FORSCHUNGEN

AUF DEM GEBIETE DER

AGRIKULTUR-PHYSIK.

HERAUSGEGEBEN

VON

DR. E. WOLLNY,

PROFESSOR IN MÜNCHEN.

VIERTER BAND.

MIT ORIGINAL-BEITRÄGEN VON

R. HEINRICH, F. VON HÖHNEL, C. KRAUS, TH. LANGER, F. OSNAGHI, F. SCHINDLER, J. SOYKA, E. WOLLNY.

MIT 3 HOLZSCHNITTEN UND 8 LITHOGRAPHIRTEN TAFELN.

HEIDELBERG.

CARL WINTER'S UNIVERSITÄTSBUCHHANDLUNG.

1881.

Inhalts-Verzeichniß.

Seite

I. Physik der Bodens:

Anmerkung. Die unter der Rubrik „Neue Litteratur“ mitgetheilten Referate sind in obigem Inhaltsverzeichniß zur Unterscheidung von den Original-Abhandlungen am Anfang des Titels mit einem * versehen. *D. H.*

*

II. Physik der Pflanze:

III. Agrar-Meteorologie.

Autoren-Verzeichniß.

I. Physik des Bodens.

Mittheilungen aus dem agrikulturphysikalischen Laboratorium und Versuchsfelde der technischen Hochschule in München.

IX. Untersuchungen über den Einfluß der physikalischen Eigenschaften des Bodens auf dessen Gehalt an freier Kohlensäure.

(Erste Mittheilung.)

Von Professor Dr. **E. Wollny** in München.

Ueber den Kohlensäuregehalt der Bodenluft und über die Schwankungen, denen derselbe unterworfen ist, sind an verschiedenen Oertlichkeiten ausgedehnte Beobachtungen ausgeführt worden, welche indessen vielfach zu sich widersprechenden Resultaten geführt und namentlich über die Bedingungen der Entstehung und die Ursachen der Schwankungen der freien Kohlensäure im Boden verhältnißmäßig noch wenig verläßliche Anhaltspunkte gewährt haben. Die Ursache hiervon ist in dem Umstande zu suchen, daß man in jenen Untersuchungen die begleitenden Nebenumstände nicht berücksichtigte oder bei dem Mangel einer ausreichenden Kenntniß des Einflusses der einzelnen maßgebenden Factoren die gewonnenen Resultate nicht genügend zu deuten wußte. Unter derartigen Verhältnissen ist eine elementare Behandlung des Gegenstandes nicht allein wünschenswerth, sondern unbedingt nothwendig, zumal die Processe, von welchen die Bildung und die Bewegung der Kohlensäure im Boden beherrscht werden, äußerst complicirter Natur sind. Von diesem Gesichtspunkt aus hat Referent eine Reihe von Untersuchungen[1]) angestellt, in welchen die bei der Kohlensäureentwickelung und -Abgabe betheiligten Factoren durch zweckentsprechende Vorkehrungen möglichst isolirt wurden. In dem Folgenden übergiebt derselbe die Resultate jener Versuche, welche die Abhängigkeit des Kohlensäuregehaltes der Bodenluft von einigen

[1]) Vergl. diese Zeitschrift Bd. III, Heft 1, p. 1—14. — Versuchsstationen. 1880, Bd. XXV, p. 373—391.

physikalischen Eigenschaften des Bodens, speziell von der Temperatur, der Feuchtigkeit und der Structur festzustellen bestimmt waren, der Oeffentlichkeit, in der Hoffnung, hiermit zur Klärung vielfach noch auseinandergehender Urtheile beizutragen.

Versuchsreihe I.

Der Einfluß der Temperatur auf den Kohlensäuregehalt der Bodenluft.

Eine experimentelle Prüfung der Frage, wie sich die Entwickelung der Kohlensäure in verschieden erwärmtem Boden verhält, ist bisher nur von *J. Möller* unternommen worden[1]). Derselbe benutzte in seinen Versuchen Composterde, welche innerhalb eines Zeitraumes von 24 Stunden in einem Liter aspirirter Luft 20 ccm Kohlensäure mit äußerst geringen Schwankungen enthielt. Die Erwärmung geschah durch Zuleitung erwärmter Luft in die Erde, die Abkühlung, indem das Gefäß, in welchem sich der Boden befand, in ein Wasserbad oder in Eismischungen gestellt wurde. Dabei wurde die Erzielung einer bestimmten Temperatur nicht angestrebt, sondern die jeweilig sich einstellende an dem in die Erde gesenkten Thermometer abgelesen.

Temperatur.	Vol. Kohlensäure pro mille.
19,4	19,1
25,2	24,7
32,0	24,9
31,4	32,9
31,5	34,0
16,0	20,3
4,0	12,5
18,5	17,9
19,0	21,2
— 9—11	10,2
20,7	20,1
20,8	20,4
60,0	43,2

[1]) *J. Möller*: Ueber die freie Kohlensäure im Boden. Mittheilungen aus dem forstlichen Versuchswesen Oesterreichs. Herausgegeben von *von Seckendorff*. Wien 1878. Bd. I, Heft 2, p. 121—148.

Wie diese Ziffern zeigen, war mit einer Steigerung der Temperatur im Allgemeinen eine Erhöhung des Kohlensäuregehaltes verbunden. Im Einzelnen machen sich indessen manche Abweichungen von dieser Regel bemerkbar, welche wohl auf die durch längere Benutzung eines und desselben Materials hervorgerufenen Ungleichmäßigkeiten in der Beschaffenheit desselben (verschiedener Wassergehalt, mehr oder weniger ungleichmäßige Erschöpfung an Kohlensäure bei der Aspiration u. s. w.) oder vielleicht auf die Mitwirkung besonderer Nebenumstände zurückgeführt werden können.

Indem *J. Möller* im weiteren Verlauf seiner Darlegungen die Frage erörtert, welchen Antheil die Temperatur des Bodens an dem Gehalt desselben an Kohlensäure unter natürlichen Verhältnissen zu nehmen vermag, gelangt er zu dem Schluß, daß die Temperatur auf die Entwickelung der Kohlensäure im Boden, in Rücksicht auf die geringen Schwankungen der Bodenwärme in größeren Tiefen und auf die mit der stärkeren Erwärmung der oberen Schichten verbundene und zu einer Verarmung an Kohlensäure führende Austrocknung derselben, nur von untergeordneter Bedeutung sei. Bei näherem Eingehen erweist sich jedoch diese Anschauung als durchaus irrthümlich. Mag auch zugegeben werden, daß in den tieferen durch die Erwärmung der oberen nicht wesentlich berührten Schichten des Erdreichs die Bildung der Kohlensäure nur in geringem Grade von der Temperatur beeinflußt wird, so wird doch andererseits gegen die Abhängigkeit der Kohlensäureentwickelung in der Vegetationsschicht (bis zu ca. 40—50 cm) von thermischen Einflüssen kein Zweifel erhoben werden können, da in diesen Bodenparthieen die Schwankungen der Temperatur sehr erheblich sind und die Erhöhung der letzteren durchaus nicht die vollständige Austrocknung des Erdreichs im Gefolge hat. Wie anderweitig nachgewiesen, erstreckt sich letztere bei hoher Temperatur und anhaltender Trockenheit für gewöhnlich nur auf die oberflächlichen Schichten, welche dann die darunterliegenden in beträchtlichem Grade vor weiterem Verlust an Wasser schützen[1]), was sich überdies aus der vielfältig constatirten Thatsache ergiebt, daß sich der Boden selbst bei warmer und trockener Witterung im nackten Zustande mit Ausnahme

[1]) *E. Wollny*: Ueber den Einfluß der oberflächlichen Abtrocknung des Bodens auf dessen Temperatur- und Feuchtigkeitsverhältnisse. Diese Zeitschrift Bd. III, Heft 4 u. 5, p. 325—348.

der Oberfläche in den meisten Fällen feucht erhält[1]). Erst wenn durch anderweitige Einwirkungen (z. B. durch eine Decke mit lebenden Pflanzen) der Wassergehalt im Boden so weit zurückgegangen ist, daß er nicht mehr für die Zersetzung der organischen Stoffe ausreicht, wird sich die Temperatur von minderem Belang erweisen.[2])

Eine nähere Begründung finden diese Voraussetzungen durch die Ergebnisse der nachfolgenden Untersuchungen des Referenten.

Behufs Herstellung einer gleichmäßigen Beschaffenheit des Versuchsmaterials wurden künstliche Bodengemische hergestellt, welche wie eine Reihe von Voruntersuchungen dargethan hatte unter sonst gleichen Verhältnissen in ihrer Kohlensäureproduction eine außerordentliche Uebereinstimmung zeigten.

Diese mit gleichen Wassermengen imprägnirten Böden wurden in U-förmige Glasröhren von 3,5 cm Durchmesser und ca. 650—700 cm Inhalt gefüllt, deren Enden durch einfach durchbohrte und mit knieförmig gebogenen Glasröhren versehene Kautschukpfropfen verschlossen wurden. Hierauf kamen die Röhren in aufrechter Stellung in einen aus Weißblech angefertigten Kasten, der ziemlich bis zum Rande mit Wasser gefüllt war, dessen Temperatur vermittelst *Soxhlet*'scher Thermostaten auf der erforderlichen Höhe während der Dauer des Versuchs erhalten wurde. In jenen Kästen, in welchen das Wasser die constante Temperatur von 10° C. zeigen sollte, befand sich eine Bleirohrspirale, durch welche Wasser von 5—6° C. circulirte. Die fehlende Wärme wurde durch die unter dem Kasten befindliche und vom Thermostaten regulirte Gasflamme zugeführt. Durch diese Vorrichtung war es allein möglich, den Einfluß der über 10° gelegenen Zimmertemperatur auf das Wasser der Kästen zu beseitigen.

Von den beiden, aus jedem Bodengefäß ausmündenden gebogenen Glasröhren wurde die eine mittelst eines Gummischlauchs mit der mit Barytlösung gefüllten *v. Pettenkofer*'schen Absorptionsröhre, die andere auf gleiche Weise mit mehreren mit Wasser gefüllten und mit einander

[1]) *E. Wollny*: Der Einfluß der Pflanzendecke und der Beschattung auf die physikalischen Eigenschaften und die Fruchtbarkeit des Bodens. Berlin 1877. p. 107—113.

[2]) Vergl. *E. Wollny*: Untersuchungen über den Einfluß der Pflanzendecke und der Beschattung auf den Kohlensäuregehalt der Bodenluft. Diese Zeitschrift 1880. Bd. III, Heft 1, p. 1—14.

communicirenden Flaschen in Verbindung gesetzt, welche, nach Art der Spritzflaschen construirt, den Zweck hatten, die durchstreichende Luft bei dem Durchsaugen mit Wasserdampf zu sättigen. Letztere wurde vor dem Eintritt in die Flaschen ihrer Kohlensäure dadurch beraubt, daß sie durch Chlorcalciumröhren, welche mit Natronkalk gefüllt waren, geleitet wurde.

Im Uebrigen war die Versuchsanordnung und die Berechnung der Resultate dieselbe, wie in den früheren, bereits publicirten Untersuchungen[1]). Es sei nur noch hinzugefügt, daß die Versuche bei verschiedener Temperatur nicht nach einander, wie die von *J. Möller*, sondern zu gleicher Zeit ausgeführt wurden. Zur Untersuchung wurde in jedem Versuch 1 Liter Bodenluft verwendet.

Versuch I (1880).

Composterde: 372 g. Wassergehalt: 44 %

Eingefüllt am 6. Februar.

Datum.	Luftdruck. mm	Kohlensäuregehalt der Bodenluft. Bodentemperatur. 10° C.	20° C.	30° C.	40° C.	50° C.
7. Februar	721	1,80	7,70	21,42	27,25	48,93
9. „	715	1,81	14,47	45,91	47,28	84,74
11. „	710	5,79	24,22	41,39	53,31	95,28
Mittel:	—	**2,80**	**15,46**	**36,24**	**42,61**	**76,32**

Versuch II (1880).

Reiner Kalksand mit Torfpulver gemengt: 458 g. Wassergehalt: 13,09 %.

Eingefüllt am 11. Februar.

Datum.	Luftdruck. mm	Kohlensäuregehalt der Bodenluft. Bodentemperatur. 10° C.	20° C.	30° C.	40° C.	50° C.
13. Februar	719	4,08	5,91	18,52	35,32	46,63
16. „	713	6,62	15,79	25,16	35,99	38,78
18. „	710	5,55	12,97	18,51	24,81	41,84
Mittel:	—	**5,42**	**11,56**	**20,73**	**32,04**	**42,42**

[1]) *E. Wollny*: a. a. O., p. 5—7.

E. Wollny: Untersuchungen über den Kohlensäuregehalt der Bodenluft. Versuchsstationen. Bd. XXV, p. 373—391. — Es sei außerdem bemerkt, daß in vorliegender Abhandlung der Kohlensäuregehalt in sämmtlichen Tabellen für 1000 vol. Bodenluft von 0° und 760 mm Druck berechnet ist.

Versuch III (1880).

Composterde: 284 g. Wassergehalt: 6,79 %.

Eingefüllt am 19. Februar.

Datum.	Luftdruck. mm	Kohlensäuregehalt der Bodenluft. Bodentemperatur.				
		10° C.	20° C.	30° C.	40° C.	50° C.
21. Februar	716	2,49	3,85	7,23	15,81	28,47
23. „	713	1,58	2,60	6,49	13,58	21,87
Mittel:	—	**2,03**	**3,22**	**6,86**	**14,69**	**25,17**

Versuch IV (1880).

Composterde: 340,8 g. Wassergehalt: 26,79 %.

Eingefüllt am 24. Februar.

Datum.	Luftdruck mm	Kohlensäuregehalt der Bodenluft. Bodentemperatur.				
		10° C.	20° C.	30° C.	40° C.	50° C.
26. Februar	719	17,82	56,20	70,22	88,42	85,01
28. „	714	18,95	52,28	56,79	71,71	78,04
Mittel:	—	**18,38**	**54,24**	**63,50**	**80,06**	**81,52**

Versuch V (1880).

Composterde: 397,6 g. Wassergehalt: 46,79 %.

Eingefüllt am 2. März.

Datum.	Luftdruck. mm	Kohlensäuregehalt der Bodenluft. Bodentemperatur.				
		10° C.	20° C.	30° C.	40° C.	50° C.
4. März	713	41,09	69,06	86,18	98,15	106,45
6. „	723	29,05	53,93	78,06	85,58	88,52
Mittel:	—	**35,07**	**61,49**	**82,12**	**91,86**	**97,48**

Nach diesen Zahlen stieg die Kohlensäureproduction der Böden mit der Temperatur, anfangs schneller, dann langsamer.

Um dem Vorwurf zu begegnen, daß in den mitgetheilten Versuchen den natürlichen Verhältnissen nicht genügend Rechnung getragen sei, insofern als die Abgabe der Kohlensäure bei dem nicht abgeschlossenen Boden im freien Felde mit steigender Temperatur sich vergrößere, wurden zwei weitere Versuche nach einem anderen, der Wirklichkeit entsprechenden Verfahren ausgeführt.

Die Böden wurden in kleine runde Weißblechgefäße von 15 cm Durchmesser und 25 cm Höhe bis zum Rande derselben gefüllt, wobei in jedem

Apparat eine oben umgebogene, unten mit einem 3 cm langen, aus dichtmaschigem Drahtsieb hergestellten Cylinder versehene und mit diesem durch Siegellack verkittete Glasröhre bis auf 20 cm Tiefe eingesenkt wurde. Die Bodengefäße wurden in größere, ebenfalls aus Weißblech verfertigte Cylinder von 27 cm Durchmesser und 30 cm Tiefe gebracht, indem sie auf einen kleinen, 5 cm hohen, auf dem Boden derselben in der Mitte aufruhenden Ring aus Blech gestellt wurden. Der zwischen dem äußeren und inneren Gefäß befindliche Raum wurde mit Wasser von entsprechender Temperatur ausgefüllt. Letztere wurde auf constanter Höhe erhalten bei 20° und 30° durch Anwendung *Soxhlet*'scher, bei 10° C. vermittelst eines *Andreae*'schen Thermostaten und einer Bleirohrspirale, durch welche Wasser von ca. 5° C. floß; die Temperatur von 0° wurde erzielt durch Vermischen des Wassers mit Eis oder durch schmelzenden Schnee, die von — 10° C. durch eine Kältemischung aus Schnee und Kochsalz.

Die Quantität der in jedem Versuch aus dem oberen, über der Bodenfläche befindlichen, umgebogenen Theil der Aspirationsröhre gepumpten Luft betrug 2 Liter. Die Ergebnisse beider Versuche sind in den folgenden Tabellen niedergelegt.

Versuch VI (1880).

Composterde: 3760 g. Wassergehalt: 43,13 %.

Eingefüllt am 17. Januar.

Datum.	Luftdruck.	Kohlensäuregehalt der Bodenluft.				
		Bodentemperatur.				
	mm	— 10° C.	0,0°	+ 10° C.	+ 20° C.	+ 30° C.
19. Januar	717	1,31	1,32	2,45	4,68	9,58
21. „	724	1,09	1,54	2,62	3,29	8,58
23. „	723	0,55	1,22	2,23	2,77	8,67
Mittel:	—	**0,98**	**1,36**	**2,43**	**3,58**	**8,94**

Versuch VII (1880).

Reiner Kalksand mit Torfpulver gemischt: 5760 g. Wassergehalt: 16,93 %.

Eingefüllt am 24. Januar.

Datum.	Luftdruck.	Kohlensäuregehalt der Bodenluft.				
		Bodentemperatur.				
	mm	— 10° C.	0,0°	+ 10° C.	+ 20° C.	+ 30° C.
26. Januar	723	1,43	1,76	3,03	4,51	5,74
29. „	725	1,21	2,42	3,96	4,39	6,91
31. „	725	0,98	2,09	2,43	3,14	4,43
Mittel:	—	**1,21**	**2,09**	**3,14**	**4,01**	**5,69**

In Uebereinstimmung mit den Resultaten der Versuche I—V zeigen auch die vorstehend mitgetheilten,

daß der Kohlensäuregehalt der Bodenluft unter gleichen äußeren Verhältnissen im Allgemeinen mit der Temperatur steigt und fällt.

Wie die angeführten Zahlen darthun, hat die Temperatur noch bei 50° C., nach den Versuchen *J. Möller*'s selbst bei 60° C. einen merklichen Einfluß auf die Kohlensäureentwicklung ausgeübt, wenn auch im Allgemeinen das Steigen der Curve nicht mehr in dem Grade stattfindet, wie bei tiefer gelegenen Temperaturen. Daher dürfte die Grenze, wo das Maximum eintritt, nicht viel über 60° C. gelegen sein. Die Versuche nach dieser Richtung hin auszudehnen, hielt Referent nicht für angezeigt, weil in der Natur die Bodenwärme niemals 50° überschreitet und bei Anwendung höherer Temperaturen sich eine Reihe von experimentellen Schwierigkeiten ergeben, welche sich kaum beseitigen lassen. Zu solchen sind vor Allem zu rechnen die außerordentlich starke Verdunstung des Wassers im Boden, welche direct und indirect, wie die Versuche der Reihe II nachweisen, nothwendig mit einer Verarmung des Bodens an Kohlensäure verknüpft ist.

Auffallend ist die Erscheinung, daß die Bodenluft in dem stark gefrorenen Boden nicht unbeträchtliche Mengen von Kohlensäure aufnahm[1]). Indessen deutet die stetige Abnahme derselben darauf hin, daß diese nicht in dem gefrorenen Boden sich entwickelt hat, sondern bereits von früher her in ihm enthalten gewesen ist. *J. Möller* liefert für diese Annahme werthvolle Anhaltspunkte. Er setzte 600 g Düngererde in eine Kältemischung von Eis und Kochsalz und bestimmte die Kohlensäuremenge in 1 Liter Bodenluft mit 50,4 mg. Die Nacht über war das Eis aufgethaut und er erneuerte deshalb die Kältemischung. Die Erde blieb dann 10 Stunden im gefrorenen Zustande. Von den während dieser Zeit aspirirten Luftproben zeigte die erste Portion (1 Liter) 44,4 mg (aus der noch aufgethauten Erde), die zweite 9,6, die dritte 5,4 und die letzte nur noch 0,4 mg Kohlensäure. In einem zweiten Versuch, in welchem *J. Möller* dieselbe Erde in eine Kältemischung gesetzt hatte, wurden in dem ersten Liter Luft 15,2, in den beiden folgenden, in Intervallen von zwei Stunden

[1]) Vergl. die Versuche von *J. Möller,* ferner: *J. von Fodor:* Vierteljahrsschrift für öffentliche Gesundheitspflege, Bd. III, p. 205.

aspirirten 0,8 resp. 0,4 g Kohlensäure, also kaum mehr als in der atmosphärischen Luft enthalten sind, gewonnen. —

Für den Praktiker hat die verschiedene Zersetzungsfähigkeit der organischen Stoffe nach dem Grade der Bodenwärme dadurch eine hohe Bedeutung, daß die meisten hauptsächlich angewendeten Dungmittel (Stallmist, Compost u. s. w.) organische Stoffe in großer Menge enthalten, aus denen die Pflanzen ihre Nahrung nur in dem Maße entnehmen können, als die organischen Substanzen sich zersetzen. Die zugeführte Pflanzennahrung wird sich also um so wirksamer erweisen, je schneller sich die Düngemittel zersetzen, d. h. abgesehen von allen Nebenumständen, je wärmer der Boden ist.

Versuchsreihe II.

Der Einfluß des Wassers auf den Kohlensäuregehalt der Bodenluft.

Welche Rolle das Wasser bei der Bildung der Kohlensäure im Boden spielt, hat *J. Möller*[1]) durch verschiedene Versuche zu eruiren versucht. In Düngererde, welche bei 100° getrocknet worden war, zeigte sich keine Kohlensäureentwicklung. Daß aber auch durch bloße Einwirkung der Sonnenstrahlen der Erde so viel Feuchtigkeit entzogen werden kann, daß in ihr keine Kohlensäure mehr entsteht, zeigten folgende Versuche.

Weißbuchenlaub und Schwarzföhrennadeln wurden an der Sonne gedörrt und je 5 g davon mit 300 g gleichfalls getrockneten Quarzsand gemischt. Außerdem wurden 300 g an der Sonne getrocknete Composterde verwendet. Alle 3 Bodenproben wurden in Apparate gebracht, welche so beschaffen waren, daß die atmosphärische Luft nicht zu der Erde gelangen und die für die aspirirte einströmende Luft ihrer Kohlensäure vermittelst eines Kaliapparates beraubt werden konnte.

Die Resultate weist die folgende Tabelle nach:

	Kohlensäure in 1000 Theilen.		
	Laub.	Nadeln.	Compost.
13. Juli	0,87	2,60	—
14. „	0,55	0,99	4,38
16. „	—	—	2,32
20. „	0,43	0,00	0,87
21. „	0,00	—	0,00
27. „	0,00	0,00	0,00

[1]) *J. Möller* a. a. O., p. 136—140.

An dem letzten Versuchstage brachte *J. Möller* in jedes Gefäß 50 ccm destillirtes, eben ausgekochtes Wasser. Die weiteren Kohlensäurebestimmungen lieferten nun folgendes Ergebniß:

	Kohlensäure in 1000 Theilen.		
	Laub.	Nadeln.	Composterde.
27. Juli	5,45	1,30	4,58
28. „	1,30	0,87	9,98
29. „	28,17	7,58	26,44
30. „	36,84	10,83	20,04
31. „	49,29	13,00	21,66

Aus diesen Zahlen erhellt, daß Austrocknung des Bodens mit einer Verarmung desselben an Kohlensäure verknüpft ist, während Anfeuchtung die Entwickelung der letzteren in beträchtlichem Grade hebt.

Ein anderer Versuch lehrte, daß die Kohlensäureproduction durch Wasserzufuhr nur anfänglich gesteigert, weiterhin aber auf das ursprüngliche Maß zurückgeführt wurde. Ob diese Beobachtung als zutreffend angesehen werden kann, ist fraglich, weil die Anordnung der Versuche, welche nach einander mit demselben Material angestellt wurden, die Möglichkeit nicht ausschließt, daß während der Versuchszeit eine Aenderung des Wassergehaltes, vielleicht auch eine solche der Temperatur eingetreten war.

Um weitere Beiträge zur Lösung der in Rede stehenden Frage zu liefern, hat Referent mehrere comparative Versuche ausgeführt, welche den Zweck hatten, die Betheiligung des Wassers an sich auf die Kohlensäurebildung im Boden zu bestimmen. Der Plan konnte indessen nicht vollständig zur Ausführung gebracht werden, weil bei dem Ueberschreiten eines bestimmten Wassergehaltes sich keine Luft mehr aspiriren ließ, indem ein großer Theil des Wassers in die betreffenden Leitungen stieg. Außerdem machte sich unter solchen Verhältnissen der Uebelstand bemerkbar, daß das Wasser sich nicht mehr gleichmäßig im Boden vertheilen ließ, sondern sich an den tiefsten Stellen der Gefäße in großen Mengen ansammelte, alle Hohlräume erfüllend. Eine Beseitigung dieser Schwierigkeiten dürfte kaum möglich sein[1]) und man wird sich daher darauf be-

---

[1]) Neuerdings ist es dem Referenten gelungen, mit Hilfe einer besonderen Vorrichtung wenigstens die Entwickelung der Kohlensäure in einem mit Wasser vollständig imprägnirten, versumpften Boden zu studiren. Die betreffenden Untersuchungen werden demnächst an einer anderen Stelle zur Publikation gelangen.

schränken müssen, die Versuche bis zu der Grenze auszudehnen, wo das Wasser sich noch gut im Boden vertheilen läßt und die größeren Poren mit Luft gefüllt bleiben.

Die Frage, in welcher Weise die Art der Wasserzufuhr, (die Vertheilung und die Menge der atmosphärischen Niederschläge, das Steigen und Fallen des Grundwassers) auf den Gehalt des Bodens an freier Kohlensäure einwirkt, wurde, als in das Gebiet der Agrarmeteorologie fallend, in den nachfolgend beschriebenen Untersuchungen außer Acht gelassen.

Bei Ausführung der letzteren wurden die Böden im lufttrockenen Zustande sorgfältig gemischt und in mehrere Parthieen von gleichem Gewicht gebracht, von welchen jede in einer Porcellanschüssel mit der betreffenden Menge von destillirtem Wasser so gleichmäßig als möglich zusammengerührt und gleich darauf in die Röhren und Gefäße gefüllt wurde.

In Versuch I—V wurde das in Versuchsreihe I, 1—5, in Versuch VI—XI das sub I, 6 u. 7 näher beschriebene Verfahren in Anwendung gebracht.

Versuch I (1880).

Composterde: 284 g. (6,79 %), 340,8 g. (26,79 %), 397,6 g. (46,79 %).
Bodentemperatur: 10° C.

Datum.	Kohlensäuregehalt der Bodenluft. Wassergehalt des Bodens.		
	6,79 %[1]	26,79 %	46,79 %
21. 26. Februar. 4. März	2,49	17,82	41,09
23. 28. „ 6. „	1,58	18,95	29,05
Mittel:	**2,03**	**18,38**	**35,07**

Versuch II (1880).

Composterde: (wie in Vers. I). Bodentemperatur: 20° C.

Datum.	Kohlensäuregehalt der Bodenluft. Wassergehalt des Bodens.		
	6,79 %	26,79 %	46,79 %
21. 26. Februar. 4. März	3,85	56,20	69,06
23. 28. „ 6. „	2,60	52,28	53,93
Mittel:	**3,22**	**54,24**	**61,49**

[1]) Im lufttrockenen Zustande.

Versuch III (1880).

Composterde: (wie in Vers. I). Bodentemperatur: 30° C.

Datum.	Kohlensäuregehalt der Bodenluft. Wassergehalt des Bodens. 6,79 %	26,79 %	46,79 %
21. 26: Februar. 4. März	7,23	70,22	86,18
23. 28. „ 6. „	6,49	56,79	78,06
Mittel:	**6,86**	**63,50**	**82,12**

Versuch IV (1880).

Composterde: (wie in Vers. I). Bodentemperatur: 40° C.

Datum.	Kohlensäuregehalt der Bodenluft. Wassergehalt des Bodens. 6,79 %	26,79 %	46,79 %
21. 26. Februar. 4. März	15,81	88,42	98,15
23. 28. „ 6. „	13,58	71,71	85,58
Mittel:	**14,69**	**80,06**	**91,86**

Versuch V (1880).

Composterde: (wie in Vers. I). Bodentemperatur: 50° C.

Datum.	Kohlensäuregehalt der Bodenluft. Wassergehalt des Bodens. 6,79 %	26,79 %	46,79 %
21. 26. Februar. 4. März	28,47	85,01	106,45
23. 28. „ 6. „	21,87	78,04	88,52
Mittel:	**25,17**	**81,52**	**97,48**

Versuch VI (1879).

Quarzsand mit 1/4 vol. Torfpulver gemischt.

Eingefüllt am 12. November.

Datum.	Luftdruck. mm	Kohlensäuregehalt der Bodenluft. Wassergehalt des Bodens. 2,78 %	5,78 %	8,78 %	11,78 %
14. November	714	2,15	2,37	3,38	3,89
17. „	719	1,12	1,15	1,61	2,07
20. „	715	1,13	1,24	1,36	1,70
Mittel:	—	**1,47**	**1,59**	**2,12**	**2,55**

Versuch VII (1879).
Quarzsand mit 1/4 vol. Torfpulver gemischt.
Eingefüllt am 20. November.

Datum.	Luftdruck. mm	Kohlensäuregehalt der Bodenluft. Wassergehalt des Bodens.			
		2,78 %	8,78 %	14,78 %	20,78 %
22. November	719	1,24	1,69	2,14	2,71
26. "	715	1,35	1,80	2,14	2,71
1. December	708	1,35	1,80	2,16	2,70
Mittel:	—	1,31	1,76	2,15	2,71

Versuch VIII (1879).
Quarzsand + 1/4 vol. Torfpulver gemischt.
Eingefüllt am 1. December.

Datum.	Luftdruck. mm	Kohlensäuregehalt der Bodenluft. Wassergehalt des Bodens.			
		2,78 %	11,78 %	20,78 %	29,78 %
3. December	714	1,12	1,58	2,03	2,48
6. "	707	1,12	1,57	2,03	2,02
10. "	727	1,64	1,97	2,24	2,63
Mittel:	—	1,29	1,71	2,10	3,38

Versuch IX (1879).
Humoser Kalksandboden.
Eingefüllt am 12. December.

Datum.	Luftdruck. mm	Kohlensäuregehalt der Bodenluft. Wassergehalt des Bodens.			
		10,71 %	20,71 %	30,71 %	40,71 %
17. December	727	1,83	2,05	3,13	4,44
22. "	728	1,76	1,98	3,08	3,74
29. "	726	1,64	1,97	2,63	3,73
Mittel:	—	1,74	2,00	2,95	3,97

Versuch X (1880).
Reiner Kalksand mit 1/4 vol. Torfpulver gemischt.
Eingefüllt am 29. December 1879.

Datum.	Luftdruck. mm	Kohlensäuregehalt der Bodenluft. Wassergehalt des Bodens.		
		1,8 %	11,8 %	21,8 %
2. Januar	723	2,34	4,46	4,68
5. "	726	1,59	2,67	3,80
8. "	726	1,53	2,66	4,21
Mittel:	—	1,82	3,26	4,23

Versuch XI (1880).
Reiner Kalksand mit 1/4 Torfpulver gemischt.
Eingefüllt am 19. Januar.

Datum.	Luftdruck. mm	Kohlensäuregehalt der Bodenluft. Wassergehalt des Bodens. 2,91 %	12,91 %	22,91 %	32,91 %
20. Januar	725	1,97	2,62	4,81	8,86
24. „	725	1,32	2,19	4,17	9,21
Mittel:	—	**1,64**	**2,40**	**4,49**	**9,02**

In allen Versuchen zeigte sich hiernach übereinstimmend,

daß der Kohlensäuregehalt der Bodenluft um so größer ist, je mehr Wasser der Boden enthält.

Dieser Satz wird indessen nur für jene Fälle Giltigkeit haben, wo der Zutritt der Luft durch das die Poren erfüllende Wasser keine wesentliche Einschränkung erleidet. Ueber ein bestimmtes Maß hinaus wird das Wasser die Kohlensäurebildung herabdrücken, weil mit der Vermehrung desselben eine Verminderung des bei dem Zerfall der organischen Substanzen hauptsächlich betheiligten Sauerstoffs Hand in Hand geht. Die Begründung dieser Verhältnisse durch das Experiment ist leider, wie bereits oben bemerkt wurde, wegen der Unausführbarkeit desselben nicht möglich[1]).

Bemerkenswerth ist die aus vorstehenden Versuchen sich ergebende Thatsache, daß der Boden noch im lufttrockenen Zustande Kohlensäure zu entwickeln vermag. —

Die hier mitgetheilten Ergebnisse stellen die Wichtigkeit der Temperatur und der Feuchtigkeit für die Zersetzung der organischen Stoffe im Boden außer Zweifel, und werden deshalb ein wissenschaftliches, wie ein praktisches Interesse wohl beanspruchen dürfen. Sie zeigen, wie die dem Boden einverleibten Dungmaterialien organischen Ursprungs je nach der im Boden herrschenden Temperatur und der dort vorhandenen Wassermenge sich in verschiedenem Grade zersetzen und demgemäß ausgenutzt

[1]) Die Thatsache, daß der mit Wasser vollständig erfüllte Boden nach neueren Versuchen des Referenten nur sehr geringe Mengen von Kohlensäure entwickelt, spricht jedenfalls mit großer Wahrscheinlichkeit dafür, daß von einer bestimmten Grenze ab die Vermehrung des Wasservorrathes auf die Kohlensäureentwickelung aus den oben angeführten Gründen deprimirend wirkt.

werden. Hieraus geht deutlich hervor, daß die Witterung und das Klima, von welchen die Bodenwärme und Feuchtigkeit hauptsächlich beherrscht werden, für die Fruchtbarkeit der Felder in bezeichneter Richtung von ganz hervorragender Bedeutung sind. Die höchste Intensität wird der Verwesungsproceß der organischen Stoffe erreichen, wenn gleichzeitig mit dem Eintritt des Maximums der Bodentemperatur genügende Wassermengen im Boden vorhanden sind, d. h. wenn beide Factoren in der günstigsten Weise ihren Einfluß geltend machen können. Folgende Tabelle, zusammengestellt aus den in Reihe I, Versuch III—V mitgetheilten Zahlen, zeigt dies mit voller Deutlichkeit.

Datum.	Wassergehalt des Bodens.	Kohlensäuregehalt der Bodenluft.				
		Bodentemperatur.				
		10° C.	20° C.	30° C.	40° C.	50° C.
21. 23. Februar. Mittel	6,79 °/o	2,03	3,22	6,86	14,69	25,17
26. 28. „ „	26,79 „	18,38	54,24	63,50	80,06	81,52
4. 6. März „	46,79 „	35,07	61,49	82,12	91,86	97,48

Die Wirkungen der Temperatur und der Feuchtigkeit machen sich aber unter natürlichen Verhältnissen nur in seltenen Fällen in derselben Richtung geltend, vielmehr bethätigen sie sich in den verschiedensten Kombinationen, wodurch der Effekt in mannigfachen Modificationen zur Erscheinung kommt.

Der Einfluß der Temperatur kann unter Umständen beeinträchtigt oder aufgehoben werden, wenn nicht genügende Mengen von Wasser im Boden enthalten sind. Umgekehrt läßt sich die Abhängigkeit der Kohlensäureproduction von der Bodenfeuchtigkeit dann nicht beobachten, wenn die Temperatur eine niedrige ist. Diese Verhältnisse gehen deutlich aus folgendem Versuch hervor, der im Wesentlichen nach der in Reihe I, Versuch 1—5 angegebenen Methode ausgeführt wurde.

Die Erde (Composterde) wurde mit verschiedenen Mengen Wasser imprägnirt und hierauf in U-förmigen Röhren einer um so höheren Temperatur ausgesetzt, je niedriger der Wassergehalt war. Die Kohlensäurebestimmungen lieferten nun folgendes Resultat:

Composterde: 300 g (6,8 %), 330 g (16,8 %), 360 g (26,8 %), 390 g (36,8 %), 420 g (46,8 %).

Eingefüllt am 16. März.

Datum.	Luft-druck. mm	Kohlensäuregehalt der Bodenluft. Bodentemperatur. 10° C. Wassergehalt des Bodens. 46,8 %	20° C. 36,8 %	30° C. 26,8 %	40° C. 16,8 %	50° C. 6,8 %
18. März 1880.	719	21,49	60,77	84,36	76,12	10,11
20. „ „	722	44,87	61,77	62,11	57,54	18,72
Mittel:	—	**33,18**	**61,27**	**73,23**	**66,83**	**14,42**

Während sonst in derselben Erde die höchste Kohlensäuremenge bei einem Wassergehalt von 46,8 % (Siehe Reihe II, Versuch 1—5) unter gleichen Wärmeverhältnissen gebildet wurde, sank dieselbe in dem vorstehenden Versuche wegen ungenügender Temperatur bedeutend herab. Ebenso konnte die Temperatur von 40° C. noch weniger die von 50° C. zur vollen Wirksamkeit gelangen, weil das Wasser im Boden in unzureichenden Mengen vorhanden war. Zwischen diesen Extremen in der Mitte lag das Maximum der Kohlensäureproduction.

Das Ergebniß sämmtlicher Beobachtungen führt nach Vorstehendem zu folgenden Schlüssen:

1. Der Kohlensäuregehalt der Bodenluft steigt unter sonst gleichen Verhältnissen mit der Temperatur, und

2. mit dem Wassergehalt des Bodens, mit letzterem jedoch nur so lange, als die Menge der von den Poren eingeschlossenen Luft nicht eine solche Verminderung erleidet, daß der Zerfall der organischen Stoffe wegen Sauerstoffmangel beeinträchtigt wird.

3. Stehen Temperatur und Wassergehalt des Bodens in einem umgekehrten Verhältniß, so ist die Kohlensäurebildung am intensivsten bei einer bestimmten Temperatur und Feuchtigkeitsmenge, während sie nach beiden Seiten mit steigender Wärme und mit Erhöhung des Wassergehaltes abnimmt. Daraus folgt:

4. Der Einfluß der Temperatur und des Wassers auf die Menge der freien Kohlensäure im Boden in der ad 1 u. 2 geschilderten Weise ist um so geringer, je trockener der Boden, resp. je niedriger die Temperatur desselben ist. Bei dem Ueberschreiten einer gewissen Grenze macht

sich hauptsächlich die Wirkung desjenigen Factors geltend, welcher im Minimum vorhanden ist.

Versuchsreihe III (1879 u. 1880).

Der Einfluß des Gefüges und der Structur des Bodens auf dessen Gehalt an freier Kohlensäure.

Die Art der Lagerung der Bodentheilchen (das Gefüge und die Structur) hat auf die Größe der Poren und dadurch auf die Durchlüftung und Feuchtigkeit, zum Theil auch auf die Temperatur des Bodens, demgemäß gleichergestalt auf die Zersetzung der organischen Stoffe desselben in mehrfacher Beziehung einen wesentlichen Einfluß.

Ein Boden, der noch nie eine Bearbeitung erfahren hat, oder sehr lange Zeit sich selbst überlassen worden ist, befindet sich in seinem natürlichen Gefüge; in diesem Zustande sind die einzelnen Bodentheilchen so innig aneinander gelagert, daß sie weder durch das atmosphärische Wasser, noch durch ihr eigenes Gewicht sich enger aneinander legen können. Unter derartigen Verhältnissen ist die Größe der Poren von derjenigen der einzelnen Bodenpartikel allein abhängig. Zur Feststellung des Einflusses der Porosität auf den Kohlensäuregehalt der Bodenluft wurde folgender Versuch vom Referenten ausgeführt.

Versuch I (1879).

Der Einfluß der Porosität des Bodens auf dessen Gehalt an freier Kohlensäure.

Aus einem von Nürnberg bezogenen Quarzsande, welcher nur Spuren von organischen Stoffen enthielt, wurden durch Siebe von verschiedener Maschenweite vier verschiedene Kornsorten hergestellt und jede derselben mit der gleichen Menge Torfpulver auf das Innigste gemischt. Mit gleichen Mengen Wasser angefeuchtet, wurden die vier Bodenarten in Blechcylinder von 18 cm Durchmesser und 40 cm Höhe fest eingestampft. Ein fünftes Gefäß wurde mit ungesiebtem und auf ganz gleiche Weise behandeltem Quarzsand beschickt. In der Mitte eines jeden Gefäßes wurde bei dem Einfüllen eine, unten mit einem Drahtcylinder versehene Glasröhre bis auf 25 cm Tiefe in die Böden versenkt, deren oberes, ca. 10 cm über der Erdoberfläche befindliches Ende nach abwärts gebogen war, um den Eintritt von Regenwasser in dieselbe zu verhindern. Die Gefäße besaßen einen doppelten Boden; der obere[1]) war durchlöchert, der untere geschlossen. Aus dem zwischen beiden befindlichen Raum, in welchem sich das Sickerwasser ansammelte, führte eine ca. 40 cm lange Röhre

[1]) 10 cm über dem unteren gelegen.

nach Außen, welche für gewöhnlich durch einen Kautschukpfropfen geschlossen erhalten und gelegentlich zum Ablassen des Wassers geöffnet wurde.

Die fünf Apparate wurden in einen aus sehr starken Brettern angefertigten, 0,50 m hohen, im Freien befindlichen Holzkasten derart gestellt, daß sie von einander, sowie von der inneren Wand des letzteren 0,30 m entfernt waren, und die Abflußröhren, durch einen entsprechenden Schlitz der Kastenwand geführt, außerhalb derselben mündeten. Hierauf wurde der Kasten bis zum Rande mit Erde gefüllt. Diese Vorrichtung hatte den Zweck, die seitliche Erwärmung der Blechcylinder zu verhüten.

Jedes Bodengemisch enthielt 10 % Torfpulver und hatte ein Gewicht von 11500 g.

Die folgende Tabelle enthält die auf 1000 vol. Luft berechneten und auf 0° und 760 mm Luftdruck reducirten Kohlensäuremengen, nebst meteorologischen Daten.

Datum.	Luftdruck.	Kohlensäuregehalt der Bodenluft. Korngröße.					Meteorologische Beobachtungen.		
		I. 0,00—0,25 mm	II. 0,25—0,50 mm	III. 0,50—1,00 mm	IV. 1,00—2,00 mm	V. 0,00—2,00 mm	Zeit.	Lufttemperatur[1]). °C.	Niederschlag[2]). mm
	mm								
1879.									
							21.—25.	7,87	6,23
29. April.	712	3,84	2,72	2,02	1,81	2,09	26.—30.	6,02	22,91
							1.—5.	3,98	19,35
							6.—10.	6,49	34,00
20. Mai.	714	2,60	1,36	0,68	0,17	1,53	11.—15.	7,06	7,50
29. „	713	1,14	1,06	0,89	0,49	0,98	16.—20.	9,07	31,73
							21.—25.	13,02	2,34
							26.—31.	13,50	12,76
							1.—5.	14,89	23,05
							6.—10.	15,95	3,22
8. Juni.	715	3,23	2,76	2,41	1,72	2,02	11.—15.	14,38	18,00
28. „	724	2,43	1,74	1,39	1,22	2,06	16.—20.	15,23	21,60
							21.—25.	16,48	37,70
							26.—30.	19,58	17,00
							1.—5.	14,30	35,71
8. Juli.	718	4,84	3,82	2,99	2,76	5,55	6.—10.	13,02	26,23
							11.—15.	12,52	25,10
18. „	717	5,12	2,89	1,19	0,68	1,11	16.—20.	15,60	2,50
28. „	724	1,84	1,26	1,01	0,66	1,68	21.—25.	14,87	13,35
							26.—31.	17,20	17,90
							1.—5.	22,28	—
7. Aug.	719	2,23	2,31	2,23	2,11	2,11	6.—10.	16,29	33,55
							11.—15.	15,65	—
17. „	717	1,90	2,28	1,56	0,72	1,48	16.—20.	15,22	32,08
28. „	720	2,06	1,16	0,90	0,65	1,43	21.—25.	18,60	53,85
							26.—31.	19,35	1,33
							1.—5.	15,20	12,95
11. Sept.	720	1,56	1,24	1,08	1,01	2,18	6.—10.	15,18	18,67
							11.—15.	13,60	—
21. „	720	0,92	1,00	0,58	0,58	1,00	16.—20.	16,06	1,69
1. Oct.	723	1,15	0,91	0,51	0,50	0,88	21.—25.	12,52	24,37
							26.—30.	7,89	19.25
Mittel:	—	2,49	1,89	1,39	1,08	1,86	—	—	—

[1]) Berechnet aus den Aufzeichnungen der k. bayer. meteorol. Centralstation.

[2]) Auf dem Versuchsfelde der technischen Hochschule ermittelt.

Diese Zahlen thun dar,

daß der Kohlensäuregehalt der Bodenluft mit der Feinheit der Bodenpartikel zunimmt.

Die Ursachen hiervon sind in den durch die verschiedene Größe der Bodentheilchen modificirten Feuchtigkeits-, Temperatur- und Permeabilitätsverhältnissen zu suchen.

Je feiner die Bodenpartikelchen sind, um so größer ist der Wassergehalt des Bodens. Da die bezüglichen Unterschiede sehr groß sind, und wie oben gezeigt mit dem Wassergehalt die Kohlensäurebildung wächst, so wird sich hieraus zum Theil das in vorliegenden Versuchen gewonnene Resultat erklären lassen.

Bezüglich der Temperatur haben die bisherigen, noch nicht veröffentlichen Versuche des Referenten gezeigt, daß dieselbe mit der Korngröße zunimmt. Dieser Factor würde demgemäß in einem umgekehrten Verhältniß zum Wassergehalt stehen und der Kohlensäurebildung in dem grobkörnigen Boden mehr förderlich sein, als im feinkörnigen. Dasselbe gilt auch von der Permeabilität, welche den Untersuchungen *G. Ammon's* [1]) zu Folge mit der Größe der Bodentheilchen wächst. Die höhere Temperatur und Permeabilität des grobkörnigen Bodens können aber nicht zur vollen Wirkung gelangen, weil das Wasser in nicht genügenden Mengen vorhanden ist. Dazu kommt, daß die Abgabe von Kohlensäure an die Atmosphäre durch Diffusion und Luftströmungen in um so ergiebigerer Weise erfolgt, je grobkörniger der Boden ist. Letzteres Moment ist für die Menge der im Boden enthaltenen freien Kohlensäure belangreich, wie die Resultate der folgenden Versuche zeigen.

Versuch II (1879 u. 1880).

Der Einfluß der Krümelung des Bodens auf dessen Gehalt an freier Kohlensäure.

In einer normal bearbeiteten Ackererde sind die Bodenpartikel nicht gleichmäßig aneinander gelagert, derart daß das Gefüge mehr oder weniger homogen erscheint, sondern sie bildet mit Hülfe verschiedener Sub-

---

[1]) *G. Ammon*, Untersuchungen über die Permeabilität des Bodens für Luft. Diese Zeitschrift Bd. III. p. 209—242.

stanzen (Wasser, Thon, Humussäuren) größere oder kleinere Conglomerate, Bröckchen oder Krümelchen, welche das gewöhnliche und meist das natürliche Gefüge zeigen. Zwischen diesen Krümeln entstehen größere Hohlräume, die sehr durchgreifende Veränderungen in der physikalischen Beschaffenheit des Bodens herbeiführen. Von derartigen Lagerungsverhältnissen der Erdtheilchen, die man zweckmäßig als Krümelstructur bezeichnen kann, sind jene ganz wesentlich verschieden, in welchen die kleinsten Theile lose wie in einem Pulver aneinander lagern und eine mehr oder weniger dichte und gleichförmige Masse bilden. In diesem Zustand ist die mechanische Beschaffenheit des Bodens vorzüglich abhängig von der Größe und Form der einzelnen Theile und deren Verhalten. Daher kann diese Art der Lagerung der Formelemente des Bodens Einzelkornstructur [1]) genannt werden. Letztere unterscheidet sich also hauptsächlich von der Krümelstructur durch das Fehlen der größeren Lücken.

In welchem Grade die Kohlensäuremenge im Boden von diesen verschiedenen Zuständen abhängig sei, suchte Referent in folgender Weise festzustellen.

Die getrocknete Versuchsfelderde wurde in Versuch A und B in einem Mörser zerrieben und durch ein Sieb von 0,25 mm Maschenweite gesiebt. Das auf diese Weise gewonnene Pulver wurde in zwei Theile getheilt, von welchen der eine mit Wasser so stark angefeuchtet wurde, bis er Krümel gebildet hatte. Letztere wurden getrocknet und die pulverförmigen Theile daraus durch Absieben entfernt. Der im Jahre 1880 benutzte Lehm, bestehend aus einem Gemisch von humusfreiem Ziegellehm und $^1/_4$ vol. Torf, wurde in derselben Weise behandelt.

Die Versuchsanordnung war dieselbe wie in Versuch I, nur mit dem Unterschiede, daß die Zinkblechcylinder, welche mit dem Boden im Jahre 1879 beschickt wurden, eine Höhe von 0,5 m und eine Grundfläche von 0,1 □m und keinen doppelten Boden besaßen.

In nachstehenden Tabellen sind die gemachten Beobachtungen zusammengestellt:

---

1) Vergl. *E. W. Hilgard,* Ueber die Flockung kleiner Theilchen und die physikalischen und technischen Beziehungen dieser Erscheinung. Diese Zeitschrift. Bd. II. p. 441—454.

Versuch A (1879).

Datum.	Luftdruck. mm	Kohlensäuregehalt der Bodenluft. Humoser Kalksandboden. Bröcklich.	Pulverförmig.
19. Juni 1879	719	3,61	5,18
29. „ „	722	4,56	8,43
9. Juli „	715	2,88	8,14
19. „ „	718	3,66	5,86
29. „ „	726	2,99	5,97
8. August „	720	4,36	6,52
18. „ „	718	4,00	6,33
27. „ „	720	3,23	5,91
7. September „	715	3,79	5,59
17. „ „	717	2,67	4,62
29. „ „	721	1,81	2,91
Mittel:	—	3,41	5,95

Versuch B (1880).

Datum.	Luftdruck. mm	Kohlensäuregehalt der Bodenluft. Lehm. Bröcklich.	Lehm. Pulverförmig.	Humoser Kalksandboden. Bröcklich.	Humoser Kalksandboden. Pulverförmig.
7. Mai 1880	712	0,44	4,12	0,67	2,45
18. „ „	717	0,82	1,54	1,93	10,47
25. „ „	724	0,45	1,52	1,97	8,08
3. Juni „	716	0,89	1,23	2,91	13,59
14. „ „	717	0,66	1,11	0,99	14,95
26. „ „	716	1,87	2,70	2,70	21,15
6. Juli „	724	1,16	1,72	2,61	12,89
17 „ „	723	1,02	2,79	2,10	11,42
29. „ „	719	1,42	1,94	1,19	3,53
10. August „	725	0,44	1,21	1,75	2,47
30. „ „	716	0,73	1,06	1,29	4,21
13. Sept. „	714	0,95	1,18	1,29	1,80
28. „ „	725	0,61	1,29	1,78	2,28
Mittel:	—	0,88	1,80	1,78	8,41

Meteorologische Beobachtungen. Zeit.	Lufttemperatur [1]). °C.	Niederschlag [2]). mm
1.–5. Mai.	9,12	5,85
6.–10. „	6,61	47,46
11.–15. „	12,01	8,10
16.–20. „	8,90	10,00
21.–25. „	12,52	12,16
26.–31. „	13,03	63,84
1.–5. Juni.	11,90	17,80
6.–10. „	13,89	22,91
11.–15. „	14,19	9,73
16.–20. „	16,06	6,24
21.–25. „	14,33	38,55
26.–30. „	16,49	10,30
1.–5. Juli.	16,19	78,61
6.–10. „	16,84	25,30
11.–15. „	18,20	12,80
16.–20. „	21,78	15,95
21.–25. „	17,01	21,24
26.–31. „	18,28	19,60
1.–5. Aug.	13,18	24,00
6.–10. „	13,81	37,92
11.–15. „	15,56	42,53
16.–20. „	16,58	10,68
21.–25. „	16,33	50,77
26.–31. „	15,82	3,45
1.–5. Sept.	18,10	—
6.–10. „	16,88	9,39
11.–15. „	14,65	5,25
16.–20. „	10,73	40,76
21.–25. „	10,76	12,75
26.–31. „	9,03	0,30
—	—	—

[1]) Berechnet aus den Aufzeichnungen der k. bayer. meteorol. Centralstation.

[2]) Auf dem Versuchsfelde der technischen Hochschule ermittelt.

Aus diesen Zahlen geht hervor.

daß der Boden im krümeligen Zustande bedeutend ärmer an freier Kohlensäure ist, als im pulverförmigen.

Diese Thatsache rührt ebenfalls aus einer Complication verschiedener theils sich unterstützender, theils gegenseitig aufhebender Ursachen her und läßt sich deswegen aus einer einzigen Ursache nicht erklären. Im krümeligen Zustand ist der Boden im Allgemeinen etwas wärmer und für die atmosphärische Luft viel zugänglicher als in Pulverform. Diese für die Kohlensäureentwickelung günstigen Einwirkungen werden zum Theil wieder aufgehoben durch den vergleichsweise geringeren Wassergehalt des krümeligen Bodens. Allein die betreffenden Feuchtigkeitsunterschiede sind doch nicht so bedeutend, daß dadurch der günstige Einfluß der Temperatur, noch weniger der der außerordentlichen Porosität des Bodens [1]) in Bröckchenform vollständig beseitigt werden könnte, im Gegentheil läßt sich vermuthen, daß der höhere Wassergehalt des pulverförmigen Bodens bei größeren atmosphärischen Niederschlägen von nachtheiligem Einfluß auf die Kohlensäureproduction sich erweisen muß, weil unter solchen Umständen die Luftzufuhr wegen mehr oder weniger vollständiger Erfüllung der Bodenporen mit Wasser wenigstens in den oberen Schichten in außerordentlicher Weise herabgemindert wird und der Boden dann an einem Uebermaß von Wasser leidet, welches nach obigen Darlegungen, die Bildung der Kohlensäure beeinträchtigt. Die Verschiedenheiten in der Temperatur, im Wassergehalt und in der Luftzufuhr sind demnach zur Erklärung der gefundenen Thatsachen nicht vollständig ausreichend. Zweifellos dagegen wird der höhere Kohlensäuregehalt des pulverförmigen gegenüber dem bröcklichen Boden auf die beträchtlich stärkere Abgabe der Kohlensäure seitens des letzteren zurückzuführen sein, denn die Diffusion der Gase und der durch die Winde hervorgerufene Austritt derselben an die Atmosphäre ist um so größer, je größer die Bodenporen sind und je weniger Wasser sich zwischen denselben befindet. Es geht hieraus zugleich hervor, daß die durch mehr oder weniger ungehinderten Luftzutritt hervorgerufene stärkere Zersetzung der organischen Substanzen im krümeligen Boden, im Vergleich zu der des pulverförmigen, in der Menge der von demselben eingeschlossenen freien Kohlensäure nicht

---

[1]) Vergl. *G. Ammon*, a. a. O. p. 228.

zum Ausdruck gelangt, ein neuer Beweis dafür, daß die Intensität der Zersetzungsprocesse der organischen Stoffe im Boden aus dessen Kohlensäuregehalt nicht ermessen werden kann.

Versuch III (1879).

Der Einfluß des dichten und lockeren Zustandes des Bodens auf dessen Gehalt an freier Kohlensäure.

Da die für die Kohlensäurebildung im Boden maßgebenden Factoren durch das Zusammenpressen mehrfache Veränderungen erleiden, so war damit zu der Prüfung Veranlassung gegeben, wie sich bei dichter und lockerer Structur des Bodens die Kohlensäuremenge unter den in der Natur obwaltenden Verhältnissen gestaltet.

Zu den Untersuchungen wurden zwei Bodenarten, Lehm, mit $^1/_4$ vol. Torfpulver gemischt und die gewöhnliche Ackererde des Versuchsfeldes benutzt. Die mit diesen Böden beschickten Zinkblechcylinder, welche im Uebrigen so beschaffen waren und in derselben Weise aufgestellt wurden, wie die in Reihe II, Versuch II A angewendeten, hatten bei gleicher Grundfläche (0,1 □m) eine verschiedene Höhe, nämlich I von 50, II von 45, III von 40 cm. In I wurde die Erde bis zum Rande locker eingefüllt, in II schichtenweise eingedrückt, in III mittelst eines Stößels fest zusammengepreßt. Das Volumen betrug demnach in Cylinder I : 50 l, in II : 45 l, in III : 40 l. Das Gewicht des Bodens im feuchten Zustande war in allen 3 Apparaten das gleiche, bei dem Lehm 50 k, bei dem Versuchsfeldboden 55 k. Die Veränderungen, welche das Volumen der Erde in den verschiedenen Gefäßen während der Versuchsdauer durch Sichsetzen erlitt, wurden durch Messungen des Abstandes der Oberfläche von einem über den Rand der Gefäße gelegten, vollständig ebenen Brett in verschiedenen Stellen wie folgt vermittelt.

	Lehm.			Humoser Kalksandboden.		
	locker	etwas dicht	sehr dicht.	locker	etwas dicht	sehr dicht.
	l	l	l	l	l	l
9. Mai	45,5	43,2	38,8	45,5	43,5	40,0
7. Juni	45,0	42,8	38,8	44,8	42,5	39,8
7. Juli	44,1	42,1	38,6	43,9	41,8	39,0
7. August	43,3	41,5	38,3	43,1	40,9	38,3
7. September	42,6	40,9	38,1	42,3	40,1	37,7

Die zur Untersuchung benutzte Luft wurde aus 25 cm Tiefe aspirirt.

Dieselbe enthielt bei 0° und 760 mm Luftdruck folgende Mengen von Kohlensäure:

Datum.	Luft-druck. mm	Kohlensäuregehalt der Bodenluft. Lehm. locker.	etwas dicht.	sehr dicht.	Humoser Kalksandboden. locker.	etwas dicht.	sehr dicht.
29. April 1879	712	2,47	2,05	2,75	1,37	1,81	2,97
10. Mai "	709	1,57	1,55	2,39	1,01	1,34	2,16
23. " "	721	2,45	2,23	4,03	1,42	2,44	3,86
30. " "	719	2,36	2,31	3,82	2,72	3,11	3,85
9. Juni "	716	3,11	3,67	6,84	4,61	5,52	5,98
19. " "	719	3,66	3,66	4,27	3,61	3,61	4,09
29. " "	722	3,86	4,08	4,78	4,56	5,42	6,98
9. Juli "	715	4,35	4,46	5,13	2,88	4,34	5,58
19. " "	718	3,14	2,96	4,04	3,66	3,95	5,09
29. " "	726	2,13	2,13	2,70	2,99	3,28	4,35
8. August "	720	3,10	3,23	3,83	4,36	4,53	6,29
18. " "	718	1,92	2,89	3,56	4,00	4,17	4,51
27. " "	720	2,25	2,08	2,77	3,23	3,68	4,64
7. Septbr. "	715	2,56	2,79	2,88	3,79	4,65	4,76
17. " "	717	1,24	2,48	2,82	2,67	2,72	3,85
29. " "	721	0,87	1,36	1,74	1,81	1,81	2,35
Mittel:	—	**2,56**	**2,75**	**3,65**	**3,04**	**3,52**	**4,46**

Aus diesen Zahlen folgt,

daß der Kohlensäuregehalt des Bodens im dichten Zustande beträchtlich größer ist, als im lockeren.

Zur Erklärung dieser Erscheinung könnte die etwas höhere Temperatur[1]) und der größere Wassergehalt des dichten im Vergleich zu dem lockeren Boden herangezogen werden, wenn nicht auf der anderen Seite die Verminderung der Porosität durch das Zusammenpressen so bedeutend wäre[1]), daß im Hinblick auf den beschränkten Luftzutritt auf einen weniger intensiven Verlauf des Zersetzungsprocesses der organischen Stoffe des dichteren Bodens geschlossen werden müßte. Demnach wird auch hier, wie im vorigen Fall, der höhere Kohlensäuregehalt des Bodens bei dichter Structur hauptsächlich den mechanischen Hindernissen beizumessen sein, welche sich unter solchen Verhältnissen dem Austritt des Gases an die Atmosphäre in erheblichem Grade entgegenstellen.

¹) Vergl. *E. Wollny*, Untersuchungen über die Temperatur des Bodens im dichten und lockeren Zustande. Diese Zeitschrift. Bd. II. p. 133—162.

²) Vergl. *G. Ammon*, a. a. O. p. 229 u. 230.

Ueber eine Methode, die Permeabilität des Bodens für Luft optisch zu demonstriren.

Ein Vorlesungsversuch

von Dr. **J. Soyka**, Privatdocent und Assistent am hygienischen Institut in München.

Die Porosität des Bodens, sowie die Permeabilität desselben für Luft resp. Gase hat in neuerer Zeit größere Bedeutung gewonnen; sowohl von Seite der Agriculturphysik und -Chemie, als auch von Seite der Hygiene hat man derselben sein Augenmerk zugewendet. Es haben sich auch interessante Beziehungen zwischen derselben und den wichtigsten Vorgängen im Boden herausgestellt. So steht sowohl die Bildung der Kohlensäure (*Wollny*), als auch die der Salpetersäure (*Soyka*), besonders nach ihrer quantitativen Seite im innigen Zusammenhange mit dem verschiedenen Porenvolum und der verschiedenen Größe der Poren. Auch die Verdunstung vom Boden aus *(Neßler, Johnson)* wird durch die Porenbeschaffenheit beeinflußt; die Permeabilität des Bodens für Wasser, *(A. Mayer, v. Klenze)* und die Wärmeleitungsfähigkeit steht zu dieser Eigenschaft in Beziehung *(v. Littrow, Pott)* und viele epidemische Krankheiten, wie Cholera, Typhus sind in ihrer Ausbreitung von diesem Factor abhängig (*v. Pettenkofer*). Es wird deshalb in Vorlesungen mit Recht ein Gewicht darauf gelegt, diese Eigenschaft des Bodens zur Anschauung zu bringen und sei hier eine Methode der objectiven Demonstration dargelegt, die einen ebenso raschen als klaren Einblick, zum Theil auch in die quantitative Seite der Frage gestattet.

A. Mayer hat bereits darauf hingewiesen, daß die wesentlichen Unterschiede in der Porosität des Bodens weniger in der Gesammtmenge der vorhandenen Poren (Porenvolum nach *Renk*) bestehen, als vielmehr in der Größe, der Weite dieser einzelnen Poren, und daß hievon wesentlich die wasserfassende Kraft des Bodens abhängt; je kleiner die einzelnen Porenräume werden, je größer die Anzahl der capillaren Räume

wird, bei sonst gleichbleibendem Porenvolum d. h. Gesammtvolum der Poren, desto mehr Wasser wird zurückgehalten. Aber auch die Leichtigkeit, mit der die Luft sich in diesen Poren bewegt, die Permeabilität des Bodens, hängt hauptsächlich von der Beschaffenheit der Poren, ihrer Weite ab und diese natürlich wieder von der Größe und Configuration der einzelnen Partikelchen. *Renk* hat Versuche angestellt mit Münchener Kiesboden, von dem mittelst des Knop'schen Siebsatzes folgende 6 Sorten verschiedener Korngröße gewonnen wurden:

Grobkies	Durchmesser	des	einzelnen	Korns	größer	als	7	mm.
Mittelkies	„	„	„	„	kleiner	„	7	„
Feinkies	„	„	„	„	„	„	4	„
Grobsand	„	„	„	„	„	„	2	„
Mittelsand	„	„	„	„	„	„	1	„
Feinsand	„	„	„	„	„	„	$^1/_3$—$^1/_4$	mm.

Den Ausdruck für die Permeabilität dieser Sorten fand *Renk* in der Menge Luft, die zu gleicher Zeit bei einem gewissen Drucke durch den Boden hindurch getrieben werden konnte. Seine Versuche ergaben:

Material.	Porenvolum.	Druck in mm Wasser.	Geförderte Luftmenge. (Liter in der Secunde.)
Mittelkies	37,9 %	20	15,54
Feinkies	37,9 %	40	14,04
Grobsand	37,9 %	40	2,33
Mittelsand	55,5 %	150	0,84
Feinsand	55,5 %	150	0,01

Man kann nun schon an der Gasuhr, indem man die Bewegung des Zeigers verfolgt, aus der jeweiligen Schnelligkeit dieser Bewegung die Luftgeschwindigkeit und damit auch die Permeabilität beurtheilen.

Wenn man jedoch anstatt der Luft Leuchtgas durch den Boden hindurchleitet und zwar derart, daß das Gas nach dem Austritt aus dem Boden gesammelt und entzündet wird, so gewinnt man damit einen raschen Ueberblick über diese Verhältnisse.

Je permeabler der Boden für Luft ist, desto mehr Gas wird in der gleichen Zeit hindurchtreten, und desto größer und leuchtender wird also, — bis zu einer gewissen Grenze — die Flamme ausfallen.

Um dies zu demonstriren wurden Glasröhren benützt ca. 22 cm hoch, 3,5 cm im Durchmesser haltend, unten in eine Spitze auslaufend.

Auf ein kleines Drahtnetz, das an den Boden der Glasröhre gebracht war, um das Verstopfen der Röhrenspitze durch Bodenpartikelchen zu verhüten, wurde dann der Boden eingeschüttet und möglichst festgestampft. Das Volum des Bodens (mitsammt den Poren) betrug in jedem Falle 150 ccm. Nun wurden sämmtliche Rohre mit Kautschuckstopfen, die ein oben spitz ausgezogenes Glasrohr enthielten, verschlossen. Die Spitze dieses Glasrohres hatte in allen Fällen einen Durchmesser von 2 mm.

Der Boden, der zu diesen Versuchen verwendet wurde, war der bereits oben erwähnte Münchener Kies und zwar: Mittelkies, Feinkies, Grobsand; der Mittelsand wurde noch durch ein besonderes Sieb in zwei Sorten zerlegt, den wir Mittelsand a und Mittelsand b nennen wollen.

Wir haben also folgende Korngrößen:

Röhre I.	Mittelkies	Durchmesser	kleiner	als	7	mm.
„ II.	Feinkies	„	„	„	4	„
„ III.	Grobsand	„	„	„	2	„
„ IV.	Mittelsand a		„	„	1	„
„ V.	Mittelsand b	„	„	„	1/2,	größer als 1/3 mm.

Nun wurde von einem Gashahn durch Abzweigung (aber mit steter Rücksicht darauf, daß der Durchmesser der zu den einzelnen Röhren führenden Schläuche stets der gleiche sei) eine Zuleitung zu den einzelnen Röhren eröffnet.

Die Differenz zeigte sich bereits bei dem Entzünden des Gases.

Während an Röhre I, II und III das Gas sich sofort entzündete, dauerte es bei IV eine geraume Zeit und noch länger bei V, da dort die Luft nur langsam durch das Gas verdrängt wurde; es ist deßhalb bei diesen zwei letzten Röhren das Gas nur mit Vorsicht zu entzünden, da auch explosive Mischungen von Gas und Luft auftreten können. Man soll jedenfalls so lange warten, bis an den Mündungen deutlich und durch einige Zeit Gasgeruch zu verspüren ist. An den beiden letzten Röhren brennt auch das Gas längere Zeit mit nicht leuchtender, blauer Flamme, so lange eben noch Luft beigemengt ist. Wenn nun auf diese Weise an allen Röhren das Gas entzündet ist, so sieht man, daß die Flammen verschiedene Größen besitzen, entsprechend der Größe des Korns und der Größe der Poren.

Bei einem Gasdruck von 19 mm und bei nicht ganz geöffnetem Hahn fand sich folgendes Verhältniß:

Columne 1.		Columne 2.	Columne 3. Höhe der Flamme.	Columne 4. Gasdruck.
Röhre	I.	Mittelkies	110 mm.	4
„	II.	Feinkies	66 „	6,5
„	III.	Grobsand	15 „	11,5
„	IV.	Mittelsand a	4 „	14
„	V.	Mittelsand b	2 „	15,5

Die Differenzen sind also höchst bedeutend, weit bedeutender als sie sich z. B. an dem Manometer ausprägen.

Mittelst einer seitlichen Abzweigung von dem Gaszuleitungsrohre wurde, wie in Columne 4 dargestellt ist, an einem Manometer auch der Widerstand gemessen, den der Boden dem Durchtritt des Gases entgegensetzt. Wäre der Widerstand gleich Null, so würde am Manometer gar kein Ausschlag entstehen, das Gas würde unbehindert in der Luft entweichen, und in dem seitlich angebrachten Manometer die Flüssigkeit nicht in die Höhe drücken; je größer aber der Widerstand in dem Boden ist, den das Gas ja nur durch einen gewissen Druck überwinden kann, desto höher wird die Flüssigkeit im Manometer-Rohre in die Höhe getrieben.

Diese Zahlen müssen nun in umgekehrter Reihenfolge sich präsentiren als die in Columne 3, da ja, je größer der Widerstand, desto geringer die Menge des durchtretenden Gases und desto niedriger die Flamme ist.

Selbstverständlich soll diese Methode keinen Anspruch auf eine exacte quantitative Messung der Permeabilität machen, aber als Demonstrationsmethode für Vorlesungen dürfte sie sich, wie ich aus eigener Erfahrung bereits mittheilen kann, wohl sehr empfehlen.

Neue Litteratur.

***J. König.* Einfluß der Temperatur des Rieselwassers auf die Temperatur des Bodens.** Journal für Landwirthschaft 1880. Bd. XXVIII. Heft 2, p. 233—236.

In seinen Untersuchungen über die Wirkung des Rieselwassers bei der Berieselung suchte Verfasser auch festzustellen, in wieweit die Temperatur des Bodens von derjenigen des Rieselwassers abhängig sei. Folgende Zahlen geben darüber Aufschluß:

	Auffließendes Wasser ° C.	Abfließendes Wasser ° C.	Mittl. Lufttemperatur ° C.	Bodentemperatur 40 cm tief berieselt ° C.	nicht berieselt ° C.
I. Herbstrieselung					
1. 29. 30. Novbr. 1877	9,4	4,2	4,5	7,5	—
2. 11. Novbr. 1877	10,5	6,6	—	7,9	7,2
II. Frühjahrsrieselung					
1. 25. 26. Febr. 1878	8,1	7,0	6,2	4,7	3,6
2. 25. Febr. 1878					
1. Fläche	10,3	8,6	6,2	6,8	4,0
2. „	8,5	7,9	6,2	5,5	4,0
3. 5. u. 7. März 1878	9,4	6,3	6,4	—	—
4. 12. 13. April 1878	12,6	14,4	10,1	7,6	7,2.

Wie sehr in der kälteren Jahreszeit die Temperatur des Rieselwassers die Temperatur des Bodens beeinflußt, erhellt auch noch daraus, daß die Temperatur des Bodens oben, wo das Wasser auffließt, stets etwas höher ist als im Boden unten, wo das Wasser nach allmählicher Abkühlung abfließt.

So wurde im Mittel die Temperatur gefunden:

	Auffließendes Wasser ° C.	Abfließendes Wasser ° C.	Temperatur der Luft ° C.	Bodentemperatur 40 cm tief oben ° C.	unten ° C.
1. 25. 26. Febr. 1878	8,1	7,0	5,0—9,0	6,5	6,1
2. 25. Febr. 1877					
1. Fläche	10,3	8,6	6,0—7,4	7,0	6,6
2. „	8,5	7,9	6,0—7,4	5,8	5,6
3. 11. Novbr. 1878	10,5	6,6	6,0—6,4	8,5	7,6.

Verfasser zieht aus diesen Zahlen den Schluß, daß die Erwärmung des Bodens im Frühjahr und Herbst mit der Temperatur des auffließenden Wassers fast parallel geht.

Mit Eintritt der wärmeren Jahreszeit ändern sich allerdings diese Verhältnisse. Alsdann pflegt das Rieselwasser bei Ausbreitung über eine Wiese an Temperatur zuzunehmen. Dies tritt nicht allein bei Sonnenschein ein, sondern mitunter bei nebeligem, trübem Wetter, wenn die Temperatur der Luft nur sehr wenig höher ist als die des Wassers. Unter solchen Umständen ist die Temperatur-

Zunahme auf die mechanische Bewegung, die sich in Wärme umgesetzt hat, zurückzuführen.

Die Erwärmung des Wassers während des Rieselns ist nicht selten eine sehr beträchtliche, so betrug z. B. in einem vom Verfasser angeführten Fall bei einer Lufttemperatur von 16,2—17° C. am 28. und 29. Juni 1878 die Temperatur des Rieselwassers bei dem Aufleiten 9,4° C., bei dem Abfluß nach viermaliger Benutzung 18,2° C.

Die Wärme des Rieselwassers ist ferner auch in den verschiedenen Tageszeiten nicht unerheblichen Schwankungen unterworfen, am Morgen bei niedriger Lufttemperatur nimmt sie ab, während des Tages aber zu. *E. W.*

***E. Wollny.* Untersuchungen über den Kohlensäuregehalt der Bodenluft.** 1. Mittheilung. Landwirthschaftliche Versuchsstationen 1880. Bd. XXV, p. 373—391.

In Anbetracht der wichtigen Rolle, welche die in reichlicher Menge in der Ackerkrume enthaltene Kohlensäure bei der Verwitterung der Gesteine, bei der Ernährung der im Boden wurzelnden Pflanzen und für die hygienischen Verhältnisse der auf der Erde lebenden Thiere spielt, hat dem Verfasser Anlaß gegeben, die Abhängigkeit der Kohlensäurebildung von der chemischen und physikalischen Beschaffenheit des Bodens und von den meteorischen Einflüssen näher zu ergründen. In der vorliegenden Arbeit werden zunächst die Resultate derjenigen Untersuchungen mitgetheilt, die sich auf die Betheiligung der organischen Substanzen an der Bildung der Kohlensäure beziehen.

Der Einfluß des Humusgehaltes auf die freie Kohlensäure im Boden wurde in künstlichen Bodengemischen festzustellen versucht. Als organische Substanz wurde Torfpulver, rein oder im Gemisch mit verschiedenen Mengen von Quarzsand verwendet. Die Böden wurden in Blechgefäße von 0,5 m Tiefe und 50 Liter Inhalt gebracht und die aus 0,25 m Tiefe aspirirte Luft nach der *v. Pettenkofer*'schen Methode auf ihren Gehalt an Kohlensäure untersucht.

Aus den Beobachtungsresultaten ergiebt sich zunächst, daß der Kohlensäuregehalt unter gleichen äußeren Verhältnissen im Allgemeinen mit der Menge der organischen Substanzen des Bodens steigt und fällt. Ein proportionales Verhältniß zwischen Kohlensäuremenge und Humusgehalt trat indessen nicht hervor, weil mit der Vermehrung des Torfes und der Verminderung des Quarzsandes gleichzeitig mannigfache Veränderungen derjenigen Eigenschaften des Bodens verknüpft sind, welche für die Kohlensäureentwickelung maßgebend sind. Als solche sind die Temperatur- und Feuchtigkeitsverhältnisse hier hervorzuheben, indem der Kohlensäuregehalt der Bodenluft mit der Temperatur und innerhalb gewisser Grenzen auch mit dem Feuchtigkeitsgehalt des Bodens wächst und abnimmt. Nun ist der Quarzsand nach anderen Beobachtungen des Verfassers während der wärmeren Jahreszeit wärmer als der Torf, enthält aber bedeutend weniger Wasser als dieser. Die höhere Temperatur des Quarzsandes würde der Entwickelung einer grösseren Menge von Kohlensäure förderlich sein, wenn nicht zugleich der Gehalt an Wasser und organischer Substanz sehr gering wäre. Steigt der Humusgehalt unter gleichzeitiger Verminderung des Sandgehaltes, so wird der Factor Wärme in seinem Einfluß auf die Kohlensäurebildung gemindert, dagegen machen sich nun das Wasser und die organischen Substanzen in höherem Grade geltend. Es ergiebt sich hier-

aus, daß der Boden mit der Vermehrung der letzteren eine Modification erleidet, durch welche der CO_2-Entwickelung günstige Factoren durch andere, welche den Zerfall der humosen Stoffe herabmindern, theilweise paralysirt werden. Der Humusgehalt kann daher nicht zur vollen Wirkung kommen und unter Umständen kann dem höchsten Gehalt eine geringere Menge von Kohlensäure wie beim unvermischten Torf entsprechen.

Eine zweite Versuchsreihe, in welcher die Versuche nach einem von dem *v. Pettenkofer*'schen abweichenden Verfahren ausgeführt wurden, führte zu demselben Ergebniß. Der Kohlensäuregehalt stieg mit der Menge der organischen Substanzen, jedoch waren die bezüglichen Unterschiede um so kleiner, je humusreicher der Boden war. Verfasser weist darauf hin, daß es unstatthaft sein würde, aus den Versuchsresultaten die Folgerung abzuleiten, daß die Menge der organischen Stoffe des Bodens durch den Kohlensäuregehalt der eingeschlossenen Luft bemessen werden könne. Dies träfe nur dann ein, wenn die sonstigen Verhältnisse (die Natur der organischen Stoffe, die Bodeneigenschaften, das Klima u. s. w.) gleich sind. Im entgegengesetzten Falle könnten mannigfache andere bei der Kohlensäurebildung betheiligte Factoren derart ihre Einwirkung geltend machen, daß der Einfluß der organichen Stoffe auf die freie Kohlensäurebildung im Boden vollständig beseitigt werden kann.

Die zur Lösung der Frage der Betheiligung des Sauerstoffs an dem Zerfall der organischen Stoffe im Boden angestellten Untersuchungen führten zu dem Ergebniß, daß die atmosphärische Luft bei der Bildung der Kohlensäure im Boden wesentlich Antheil nimmt, und daß durch die Verdrängung der Luft durch ein beim Zerfall der organischen Stoffe nicht betheiligtes Gas die Kohlensäurebildung im Boden nicht vollständig beseitigt werden kann.

Nachdem durch die Untersuchungen von *Th. Schlösing* und *A. Müntz*[1]) nachgewiesen worden war, daß die natürliche Salpeterbildung eine, den Gährungserscheinungen analoge Erscheinung ist und die Oxydation des Stickstoffes durch bestimmte Organismen bewirkt wird, war in bezug auf die hier in Rede stehenden Verhältnisse die Frage der Betheiligung organisirter Fermente an der Kohlensäurebildung im Boden nahegelegt. Nach der von den genannten Forschern zur Tödtung der Organismen angewendeten Methode, hat Verfasser zwei Bodengemische geprüft, von denen die eine mit Chloroform behandelt war, die andere nicht. Es zeigte sich, daß durch die Anwendung von Chloroform die Kohlensäureproduction im Boden sehr erheblich herabgedrückt wurde, und „da diese Wirkung nur auf einer Tödtung der bei der Entmischung der organischen Bestandtheile des Bodens betheiligten Organismen beruhen kann, so wird aus vorstehenden Versuchsresultaten der Schluß abgeleitet werden können, daß sich die Kohlensäure im Boden unter Mithilfe niederer Organismen entwickelt“.

Indessen ist hierbei zu berücksichtigen, daß die Kohlensäurebildung durch die Chloroformdämpfe nicht vollständig gehemmt worden war; was in verschiedener Weise gedeutet werden könnte. Weitere Untersuchungen sollen hierüber Aufschluß geben. *E. W.*

F. H. Storer. **Ueber das Vorkommen des doppelt-kohlensauren Kalkes in wässrigen Auszügen von Lehm, der lange trocken gewesen ist.** (On

[1]) Comptes rendus. 1873. Bd. 77. p. 203 u. 353, 1877. Bd. 84. p. 301, und 1879. Bd. 89. p. 891; ferner diese Zeitschrift. 1880. Bd. III. Heft 3. p. 249.

the Prominence of Carbonate of Lime as a Constituent of Solutions obtained by Percolating Dry Cultivable Soils with water.) Bulletin of the Bussey Institution. 1878. Vol. II. Part. III, p. 195—221.

Der Verfasser, der die Gelegenheit hatte, trockenen Lehm mit kürzlich gekochtem Wasser auszulaugen, war überrascht, sehr beträchtliche Quantitäten lösbaren doppelt-kohlensauren Kalkes im Filtrat zu finden. Er wurde daher veranlaßt, eine Anzahl verschiedener Lehmproben, die einige Jahre in Fässern in einer trockenen Vorrathskammer aufbewahrt worden waren, zu untersuchen und fand, daß alle derselben ganz reinem Wasser beträchtliche Quantitäten des lösbaren doppelt-kohlensauren Salzes abgaben.

Obgleich keine dieser Erden von Natur kalkhaltig war, im gewöhnlichen Sinne des Wortes, so gaben die Filtrate bei der Prüfung entweder mit Kalkwasser, Ammon oder mit Natronlauge Niederschläge kohlensauren Kalkes.

Den Thatbestand der Auflösbarkeit des kohlensauren Kalkes in's Licht zu setzen, ist eine Quantität von Lehm, groß genug, eine Röhre 40 cm hoch und $2^1/_2$ cm im Durchmesser anzufüllen, völlig hinlänglich; und Proben gänzlich trockenen Lehmes, die Reaction zu zeigen fähig, kann man leicht in den weggelegten Blumentöpfen finden, welche mit Erde angefüllt, in den Rumpelkammern dilettantischer Gartenkünstler auf die Seite gesetzt worden sind.

Große Sorgfalt wurde darauf verwendet, ganz reine Reagentien in dieser Untersuchung zu gebrauchen. Das destillirte Wasser wurde durch und durch gekocht, um die Kohlensäure zu vertreiben; das Ammon wurde dadurch von der Kohlensäure befreit, daß man es wieder über dem Kalk destillirte und Natron wurde unmittelbar vor dem Gebrauche zubereitet, indem man Natronmetall reiner Luft aussetzte. Das Kalkwasser wurde unmittelbar vor dem Gebrauche gekocht und das Filtrat vom Lehm ließ man in die heiße Flüssigkeit fallen.

Die Auflösung des kohlensauren Kalkes geschieht offenbar wegen der Gegenwart der Kohlensäure in der Erde und die Formation der Auflösung des doppelt-kohlensauren Kalkes ist so allgemein mit den verschiedenen Proben von Lehm und ist so auffallend, daß es unmöglich ist, der Ueberzeugung zu entgehen, daß sie als chemischer Agent eine sehr bedeutende Rolle in der Wirthschaft der Natur spielt.

Die fragliche Auflösung übt oft nothwendiger Weise keinen unbedeutenden Einfluß auf die Bildung der Erden und das Wachsthum des Getreides, wie auch auf die Erhaltung der Fruchtbarkeit des Landes, sogar in ganz kalksteinlosen Ländern. Der besondere Ueberfluß des auflösbaren kohlensauren Kalkes in der Erde, die lange trocken gewesen ist, beweist, daß die gelegentliche Abwesenheit des Wassers von den Erden vielleicht in einigen Orten vortheilhaft sein kann. Oder in andern Worten, es ist nicht unwahrscheinlich, daß die Dürren nützlich sein können, indem sie die Zerlegung der Erde in einer bis jetzt unerwarteten Weise fördern.

Im Laufe der Untersuchung bemerkte man, daß Proben von Kohlenasche (Anthracit), die einige Jahre trocken aufbewahrt worden waren, dem Wasser lösbaren doppelt-kohlensauren Kalk abgaben, obgleich sie beim starken Glühen der Asche um die Kohlensäure zu vertreiben, aufhörten doppelt-kohlensaures Salz abzugeben. Diese Beobachtung schien Anfangs besonders interessant, insofern sie gegen die Idee anzukämpfen schien, daß die Anhäufung von Kohlen-

säure in trockenen Erden der Oxydation oder der Gegenwart eines organisirten Gährungsmittels, das auf organische Materien einwirkt, zugeschrieben werden könnte, da es kaum glaublich war, daß entweder Oxydation oder Gährungseinwirkung viel Einfluß auf die unverbrannten Ueberbleibsel harten dichten Anthracits haben könnte, der die einzige Verbindung der die Asche enthaltenden Kohle war. Es zeigte sich jedoch bei weiterer Forschung, daß in Betreff der Asche das Erlangen des doppelt-kohlensauren Kalkes von denselben nur vom Verschluß der Kohlensäure zur Brennungszeit abhing und dasselbe war bei calcinirtem Lehm der Fall. Mehrere Lehmproben gaben beim Rösten in einer Muffel in gelinder Glühhitze und dann beim Behandeln mit Wasser Filtrate, welche mit doppelt-kohlensaurem Kalk gesättigt waren, aber nachdem die gebrannten Erden stark genug glühend geworden waren, um die Kohlensäure zu vertreiben, hörten sie auf, dem Wasser irgend welches kohlensaures Salz abzugeben.

Um zu ermitteln, wie bald die Erden nach dem Trocknen in den Zustand übergehen, worin sie dem Wasser doppelt-kohlensauren Kalk abgeben, wurden zahlreiche Proben frischen Lehmes, von den Feldern zu verschiedenen Malen während eines nicht besonders trockenen Sommers aufgegraben, mit Bezug auf den in ihnen enthaltenen doppelt-kohlensauren Kalk untersucht. Die verschiedenen Proben waren mit Rücksicht auf den Grad der Trockenheit sehr unter einander verschieden, je nachdem das Wetter naß oder trocken war, ehe sie jedesmal gesammelt wurden; aber die Resultate waren beständig und unveränderlich. Eine beträchtliche Quantität kohlensauren Kalkes wurde von keiner der Proben erlangt. Mehrere der Proben wurden möglichst schnell vor der Prüfung zuweilen auf einem Wasserbade und zu andern Malen im Sonnenschein getrocknet, aber den frischen Erden gleich gaben diese kürzlich getrockneten Erden keine Anzeichen der Gegenwart doppelt-kohlensauren Salzes. Nachdem man jedoch die trockenen Erden sechs oder acht Tage auf die Seite gelegt und sie dann mit Wasser behandelt hatte, erhielt man Zeichen doppelt-kohlensauren Salzes, besonders als man die Erden der Luft aussetzte. In Ermangelung trockenen Wetters während der den Experimenten gewidmeten Jahreszeit zeigte sich keine Gelegenheit zu bestimmen, ob die im Felde getrocknete Erde dieselben Reactionen darböte, wie die künstlich getrocknete. Das Problem könnte man am besten an einem Orte studiren, wo die Dürre periodisch ist, und in solchen Ländern sind ohne Zweifel die guten Wirkungen der Zerlegung und anderer Reactionen in der Erde, die aufgelöstem doppelt-kohlensaurem Kalk zugeschrieben werden, am meisten sichtbar.

Das Original, dessen Hauptpunkte hier kurz angegeben sind, enthält eine umständliche Schilderung der Untersuchung und Bemerkungen über ihre Beziehungen zu den Arbeiten früherer Forscher. *St.*

F. Seelheim. **Methoden zur Bestimmung der Durchlässigkeit des Bodens**[1]. Zeitschrift für analytische Chemie. 1880. Heft 4, p. 387—419.

R. Zalomanoff. **Ueber eine neue Methode der Bestimmung der Absorptionskraft des Bodens.** Berichte aus dem physiologischen Laboratorium und der Versuchsanstalt des landw. Instituts der Universität Halle. Herausgegeben von *Jul. Kühn.* Dresden, 1880. Heft 2, p. 40—53.

[1]) Vergl. diese Zeitschrift. 1880. Bd. III. Heft 3. p. 242.

II. Physik der Pflanze.

Untersuchungen über innere Wachsthumsursachen und deren künstliche Beeinflussung.

Ein Beitrag zur Theorie des Pflanzenbaues.

Von Dr. **Carl Kraus** in Triesdorf.

II. Untersuchungen[1]).

8. Untersuchungen über den Einfluß der Behäufelung auf die Ausbildung des Rübenkörpers.

Bekanntlich ist es eine in der Praxis der Pflanzenkultur in größter Ausdehnung übliche und beliebte Vornahme, die unteren, dem Boden nahe stehenden Theile der Pflanzen durch Anziehen von Erde dem Lichteinflusse zu entziehen, offenbar weil man die Erfahrung gemacht hat oder wenigstens gemacht zu haben glaubt, daß hiedurch die Productionsfähigkeit der Pflanzen gesteigert wird. Es werden wohl die meisten Landwirthe sich ohne Weiteres für die Vortheilhaftigkeit des Behäufelns aussprechen, wie dies auch aus den Angaben der Fachliteratur hervorgeht.

Anders aber gestaltet sich die Sachlage, wenn man die Art und Weise der Veränderungen, welche durch die Behäufelung gegenüber der Ebenkultur hervorgerufen werden, sich klar zu machen sucht, sowie wenn man an die Momente, deren Wirksamkeit gewöhnlich ein so günstiger Erfolg des Häufelns zugeschrieben wird, den Maßstab der Kritik anlegt. Es stößt dann sofort eine Reihe von Bedenklichkeiten auf, die es von vornherein zweifelhaft machen, ob denn wirklich dem Behäufeln ein so durchgreifender und allseitiger Erfolg nachgerühmt werden kann.

Erstens ist es ja doch einleuchtend, daß sich ein der Behäufelungscultur unterworfener Acker gegen Wärme und Feuchtigkeit anders verhalten muß als ein solcher ohne Behäufelungskämme. In der That haben die

[1]) Fortsetzung zu Bd. III, pag. 252 dieser Zeitschrift.

eingehenden Untersuchungen, welche *Wollny*[1]) der physikalischen Seite der Behäufelungstheorie gewidmet hat, ergeben, daß in den angedeuteten Beziehungen sehr wesentliche Unterschiede stattfinden, Unterschiede, deren Nichtbeachtung die Behäufelung zu einer verderblichen Operation machen kann. Es möge von den einschlägigen Resultaten nur hervorgehoben werden, daß einerseits die Dämme im Durchschnitt während der Vegetationszeit eine höhere Temperatur besitzen, daß anderseits die Ackererde in den Dämmen einen bedeutend höheren Wassergehalt besitzt als die ebene. Es ist klar, daß unter Umständen der Vortheil der höheren Temperatur ebenso wie der mit dem Behäufeln verbundenen größeren Lockerheit der Structur und besseren Durchlüftung des in Kämme gebrachten Bodens verschwinden wird gegenüber dem Umstande einer stärkeren Austrocknung.

Zweitens hat die Frage der Behäufelung noch eine Seite, welche bis jetzt nicht berücksichtigt scheint. Diese besteht in der Rücksichtnahme auf die Besonderheit der Pflanzen, welche behäufelt werden. Man behäufelt ja Pflanzen von sehr verschiedenartigen Wachsthumsverhältnissen, und wie soll es zugehen, daß alle diese in gleicher Weise auf die Anziehung von Erde reagiren, besonders wenn wir bedenken, daß es für viele Pflanzen gerade so außerordentlich nachtheilig ist, wenn ihre Basis zu tief in den Boden kommt, wie nicht allein an dem kümmerlichen Wuchse zu tief gepflanzter Bäume, sondern auch krautiger Gewächse zu erkennen ist.

Wenn Mais behäufelt wird, oder anderes Getreide, so wird stärkere Wurzelbildung die Folge sein, weil diese Pflanzen die Fähigkeit haben aus den Knoten äußerst leicht Adventivwurzeln zu entwickeln. Gerade in nährstoffarmen Böden wird sich diese Wurzelvermehrung, wenn sonst alle für das Behäufeln erforderlichen günstigen Bedingungen gegeben sind, relativ am meisten in der Steigerung des Ertrags äußern. Wenn wir Kartoffeln behäufeln, so fördern wir die Umbildung von Seitentrieben zu Knollen tragenden Sprossen, wir befördern auch gleichzeitig die Bewurzelung, die auch hier aus den Knoten eintritt.

In ähnlicher Weise giebt es noch viele andere Pflanzen, bei denen

---

[1]) *E. Wollny*, diese Zeitschrift. Bd. III. pag. 117—149. — Allgemeine Hopfenzeitung. 1879. Nr. 21 u. 22. — Zeitschrift des landwirth. Vereins in Bayern, Januarheft 1880.

Anziehen der Erde die Wurzelbildung befördert. Ich erwähne beispielsweise das Onopordon tauricum, welchem sich einige Kulturgewächse ähnlich verhalten dürften: die behäufelten Pflanzen trugen dicht unter der terminalen Blattrosette einen Kranz kräftiger Wurzeln, der bei den nicht behäufelten entweder ganz fehlte — was meist der Fall war — oder nur in einzelnen kleinen Würzelchen angedeutet war.

Es ist klar, daß bei solchen zur Bewurzelung fähigen Pflanzen durch das Behäufeln die Ernährung eine bessere werden wird, aber auch nur solange wird sich bei diesen Pflanzen das Behäufeln vortheilhaft geltend machen als das Anziehen von Erde nicht zu stark geschieht, da anderenfalls die Entwickelung der jeweils der Erdoberfläche näher stehenden Wurzeln schon zufolge reicheren Luftzutritts so sehr über die tiefer stehenden überwiegt, daß dieselben verkümmern, wodurch natürlich der beabsichtigte Zweck geradezu vereitelt wird.

Im Gegensatz hiezu giebt es aber solche Pflanzen, welche das Anziehen von Erde an ihre Basis nicht nur nicht durch gesteigerte Production lohnen, sondern auch hiedurch direct geschwächt werden. Zum Theil hängt dies mit Umständen zusammen, welche ich hier nicht näher berühren will, zum Theil kommt deren Unfähigkeit, am behäufelten Theile Wurzeln zu entwickeln, in Betracht, zum Theil treten jene Umstände maßgebend hervor, welche ich früherhin[1]) bei Behandlung der Formänderungen etiolirender Gewächse nachgewiesen habe: Schwächung des Wurzelvermögens bei ungewöhnlicher, für die Production an sich nutzloser Streckung der Stengeltheile. Besonders wird sich letzterer Umstand bei solchen Pflanzen nachtheilig geltend machen, deren oberirdische Achse nicht etwa in ununterbrochener Folge fort sich verlängert, sondern zunächst kurz bleibend eine Blattrosette trägt, bei denen die oberirdische Achse nur dann sich ausgiebig streckt, wenn sie durch besondere äußere Verhältnisse, zu denen namentlich Anziehen von Erde gehört, hiezu veranlaßt wird. In diesen Fällen werden durch das Behäufeln Wachsthumsvorgänge ausgelöst, welche dazu führen, daß die Pflanze ungefähr dieselbe Stellung zur Erdoberfläche wieder erhält, wie vor dem Behäufeln — weil nämlich nur unter diesen Umständen der für die spezifische Gestaltung erforderliche Gleichgewichtszustand erreicht wird —, es tritt eine zur

[1]) *C. Kraus*, Ueber einige Beziehungen des Lichts zur Form- und Stoffbildung der Pflanzen. Diese Zeitschrift. Bd. II. pag. 171—208.

eigenen Erhaltung erforderliche Reaction der Pflanze ein, ohne daß für die Productionsfähigkeit derselben irgend ein Vortheil erreicht wird.

Wir sind demnach genöthigt, bei der Theorie der Behäufelung Rücksicht zu nehmen nicht allein auf die hiemit verbundenen Aenderungen der physikalischen Verhältnisse des Ackerbodens, sondern auch auf die spezifische Natur der einzelnen Pflanzen, auf die Veränderungen, welche durch das Anziehen der Erde in ihrer normalen Gestaltung hervorgerufen werden. Diese sind aber oft von Art zu Art, bisweilen selbst von Varietät zu Varietät abweichend. Ich kann aber auch hier nur wiederholen, was ich im Verlaufe dieser „Untersuchungen" wiederholt betonte: daß man erst dann ein richtiges Urtheil über die Vortheile und Nachtheile einer Kulturoperation zu fällen vermag, wenn die mitwirkenden Factoren völlig klar gelegt sind. Es ist der Sache wenig gedient, wenn man sich blos auf Feldversuche beschränkt, die nur auf Ermittelung der von den Pflanzen geleisteten Production in der Ernte hinauslaufen, ohne daß man von den beim Erfolg oder Nichterfolg thätigen Ursachen eine exacte Vorstellung hat. Denn die zur Motivirung des speziellen Ausgangs eines Versuchs beigebrachten Erklärungen haben natürlich nur einen subjectiven Werth, wenn sie nicht näher bewiesen werden. Im Gegentheile werden solche Versuche für die Praxis insofern schädlich werden, als oft auf Grund derselben eine Operation sofort als bewährt und einträglich empfohlen wird.

Die praktische Wichtigkeit der Behäufelung hat mich veranlaßt, den in morphologischer Beziehung hiedurch hervorgerufenen Veränderungen und ihrer Beziehungen zu Qualität und Quantität des Ertrags zunächst bei Rüben eingehende Untersuchung zu widmen.

I. Die Aenderungen in der Gestaltung der Rübenpflanzen durch die Behäufelung.

Unsere Rüben bildenden Pflanzen strecken bei der Keimung ihre Wurzeln und ihr hypocotyles Glied, sie entfalten die Cotylen, die epicotyle Achse aber streckt sich nicht sofort, sie bleibt kurz, wodurch die successive an ihr auftretenden Blätter in eine mehr oder weniger gedrängte Rosette zu stehen kommen. Während so das Wachsthum der epicotylen Achse nur ein beschränktes ist, verlängert sich um so ausgiebiger die Pfahlwurzel, sie beginnt sich weiter, nach Erreichung bereits erheblicher Länge, zu ver-

dicken und zur Rübe zu werden. Aber auch das hypocotyle Glied schwillt an und wird ein Bestandtheil des Rübenkörpers. Späterhin erst verlängert sich auch die epicotyle Achse in verschiedenem Maße je nach Varietät, wobei sie sich entweder zu einem dünnen krautigen Wurzelhalse gestaltet oder in gleicher Dicke den hypocotylen Theil der Rübe fortsetzend gleichfalls theilnimmt an dem eigentlichen Rübenkörper. Ersteres Verhalten findet sich besonders bei der Kohlrübe, letzteres bei Beta vulgaris, hier um so mehr, je mehr die Rüben „über den Boden herauswachsen". Natürlich besteht dann bei letzteren ein um so größerer Theil der Gesammtmasse des Rübenkörpers aus verdicktem epicotylen Stamm. Die Nebenwurzelreihen reichen nur soweit an der Rübe in die Höhe, als die eigentliche Wurzel geht, während das hypocotyle Glied zu ihrer Erzeugung unfähig ist.

Schon an der Hand früherer Untersuchungen läßt sich einigermaßen ein Bild entwerfen von den Veränderungen, welche in dieser Entwickelungsweise durch das Anziehen von Erde hervorgerufen werden müssen.

Wenn wir von jüngeren Individuen der Beta-Rüben ausgehen, so wird Behäufelung eine ungewöhnlich frühzeitige und ungewöhnlich starke Verlängerung der epicotylen Achse hervorrufen müssen. Denn es ist ja überhaupt der Betrag, um welchen diese Rüben über den Boden wachsen, nicht allein von den spezifischen Eigenthümlichkeiten der betreffenden Varietäten abhängig, sondern auch von äußeren Umständen, unter welchen sich die Entwickelung dieser Pflanzen vollzieht: von der Dichte des Standes und den Beleuchtungsverhältnissen des Standorts, weil Lichtschwächung die Streckung des epicotylen Stammes fördert: von der Hemmung des Wurzelwachsthums durch Geschlossenheit des Untergrunds, durch flache Bearbeitung, weil die im Wachsthum nach der einen Richtung gehemmte Achse um so mehr in der anderen sich zu verlängern trachtet. Diese Förderung der Streckung des epicotylen Theils muß sich um so mehr in einer Verschiebung des normalen Entwickelungsgangs der Glieder der Pflanzen bemerklich machen, je geringer von vorneherein aus primären inneren Gründen die Neigung einer Varietät ist, ihre epicotylen Stengel zu strecken, je weniger sie mit anderen Worten aus dem Boden hervorzuwachsen strebt.

In Folge dieser Förderung des Wachsthums des epicotylen Theils könnte der Rübenkörper länger werden, es müßte dann ein größerer

Bruchtheil morphologisch ein Stammorgan sein. Dagegen müßte das Längenwachsthum der Pfahlwurzel, vielleicht auch deren Nebenwurzelbildung beeinträchtigt werden. Was aber aus den durch das Behäufeln mit Erde bedeckten Blättern wird, ob sie vielleicht hiedurch früher zum Absterben gebracht werden, wie sich eine solche Beeinflussung der unteren Blätter für das Gesammtwachsthum des Blätterkopfes äußern wird, läßt sich nicht sicher vorausbestimmen. Sicher aber ist, daß wenigstens quantitativ die durch das Behäufeln hervorgerufenen Aenderungen andere sein werden, je nachdem jüngere oder ältere Pflanzen dieser Operation unterworfen werden.

Ich habe Versuche angestellt mit Oberndorfer Runkel, weißer schlesischer Zuckerrübe und mit der gewöhnlichen weißfleischigen Kohlrübe. Diese Versuche sind zunächst mitzutheilen.

1. Versuche mit schlesischer Zuckerrübe im Sand.

Die Knäuel wurden ausgelegt am 21. Juni, 4 cm tief, auf 8 cm im Quadrat. — Behäufelt wurde am 20. Juli, als die Pflanzen 4, bis 45 mm lange Blätter hatten. Anhäufelung 2 cm hoch. — Schluß des Versuchs am 14. August.

Bei den nicht behäufelten Pflanzen waren die Blattstiele bis zur Insertion hinab grün, bei den behäufelten unten weiß, offenbar weicher, saftiger, auch mehr zu einem aufrechten Busche zusammengedrängt, die Blattstiele länger. Dann fällt auch die blasse oder gelbliche Färbung der epicotylen Achse auf, während diese bei den nicht behäufelten Pflanzen intensiv grün ist.

Bestimmt wurde die Zahl der Blätter, die Länge des epicotylen blatttragenden Achsenstückes plus dem hypocotylen Gliede bis zum Beginn der Wurzel, erkennbar am Beginn des Ansatzes der Nebenwurzeln. Diese Längsmessung wurde am Längsschnitte, vom Vegetationspunkt ab, vorgenommen und zwar für beide Nebenwurzelzeilen jeder Pflanze. Die Zahlen bedeuten Millimeter.

a. Zahl der Blätter:

7	behäufelte	Pflanzen	trugen	46	Blätter,	demnach	6,5	pro	Pflanze.
8	nicht behäufelte	„	„	60	„	„	7,5	„	„

b. Längen vom Vegetationspunkt bis zum Ansatz der Seitenwurzeln:

	Behäufelt. Zeile		Unbehäufelt. Zeile	
	1.	2.	1.	2.
Pflanze 1	9,0	12,8	6,0	7,5
" 2	14,5	14,0	10,0	10,0
" 3	9,0	8,0	8,5	8,5
" 4	10,2	9,0	8,0	12,0
" 5	10,0	10,0	5,1	6,0
" 6	11,5	12,0	9,5	11,2
" 7	8,2	8,1	7,0	8,0
" 8	—	—	7,5	8,5
Durchschnitt:	10,4		8,3	

Da die Behäufelung erst lange nach Vollendung des Längenwachsthums der hypocotylen Glieder stattfand, so wird voraussichtlich von der gesammten Summe der Längen des hypocotylen und epicotylen Theils der durch das Behäufeln hervorgerufene Zuwachs auf den epicotylen Theil treffen. Höchstens könnten vielleicht dann Unterschiede eintreten, wenn das Behäufeln die nachträgliche Verkürzung des hypocotylen Glieds und der Wurzeln, durch welche die Endknospe dem Boden genähert wird, vermindert. Ich habe deshalb auch die Längen vom Blattansatz bis zum Seitenwurzelansatz, also die Länge des hypocotylen Glieds bestimmt. Dieselbe betrug im Durchschnitt in Millimetern

bei den behäufelten Pflanzen	bei den unbehäufelten
7,7	7,2

Hiernach ergiebt sich als Länge des blatttragenden Stammstückes

2,7 mm bei behäufelten,
1,1 mm bei nicht behäufelten Pflanzen.

Hiernach hat Behäufelung die Blattmenge vermindert, den epicotylen Stengel zur Streckung gebracht. Woher die Verminderung der Blattmenge rührt, wird weiter unten noch zu erklären sein. Aus schon angegebenen Gründen darf angenommen werden, daß die Pfahlwurzel bei den behäufelten Pflanzen ganz wie bei Pflanzen mit etiolirendem Stengel kürzer blieb. Es mag noch bemerkt werden, daß selbstverständlich durch entsprechendes Gießen für die erforderliche Feuchtigkeit gesorgt wurde.

2. Feldversuche.

Bodenbeschaffenheit: Lehmiger, sehr tiefgründiger Sand.
Bodenzubereitung: Einen Spatenstich tief umgegraben.
Fruchtfolge: Vorfrucht mit Stallmist gedüngte Kartoffeln.

a. Versuche mit Oberndorfer Runkel, gepflanzt.

Aus einem Saatbeete wurden 26, dem Ansehen nach gleich starke Pflanzen ausgesucht und am 9. Juni auf 40 cm im Quadrat gepflanzt. — Die eine Hälfte dieser Pflanzen wurden blos behackt, die andere zugleich behäufelt. Die Behäufelung, welche das erstemal am 21. Juni, das zweitemal am 4. Juli vorgenommen wurde, lieferte nur ganz niedrige Kämme, weil der verhältnißmäßig enge Standraum zu wenig Erde bot. — Ernte am 24. August.

Zu dieser Zeit sah bei den 12 unbehäufelten Pflanzen der Kopf stark aus dem Boden, von den behäufelten nur bei 3 in geringem Maße. Es erklärt sich dies verschiedene Verhalten theils aus den individuellen Verschiedenheiten der Pflanzen, die ja in der Neigung zum Hervorwachsen nicht völlig übereinstimmen, theils aus Zufälligkeiten, wie z. B. zufälliges Abschwemmen von Erde, stärkeres Zusammensitzen derselben u. s. w. Der Lichttheil der Rüben war grün, rauhrindig, während der obere Theil der behäufelten Rüben in Farbe und Textur mit dem tiefer im Boden sitzenden Rübenstücke übereinstimmte. Die Blattkrone der nicht behäufelten Pflanzen ist mehr ausgebreitet, und es treten auch vielfach im Winkel der Blätter die jungen Blätter von Achselsprossen hervor.

Geerntet wurden 13 behäufelte und 12 unbehäufelte Rüben, da von letzteren eine geborstene außer Berücksichtigung blieb.

Es betrug in Grammen das Gewicht

	bei den behäufelten Pflanzen	bei den nicht behäufelten
a. der Blätter (nebst zugehörigem Stammstück)	4667	4700
	pro Pflanze 359,0	pro Pflanze 391,6
b. der Wurzelabfälle (Nebenwurzeln und dünnes, nicht rübig verdicktes Gipfelstück der Pfahlwurzel)	120	330
	pro Pflanze 9,2	pro Pflanze 27,5

	bei den behäufelten Pflanzen	bei den nicht behäufelten
c. des Rübenkörpers (ohne b)	6600	6300
	pro Pflanze 507,6	pro Pflanze 525,0
d. der Gesammtproduktion		
pro Pflanze	875,8	944,1

Es betrug die Länge des Rübenkörpers, gemessen auf dem Längsschnitte, von der Schnittfläche, durch welche die Blätterkrone abgetrennt wurde, bis zum unteren, nach Abschneiden des zu b gerechneten Wurzelstückes bleibenden Ende gerechnet, in Centimetern:

bei den behäufelten Pflanzen	bei den nicht behäufelten
12,0	12,0
13,0	9,0
13,0	7,0
11,0	5,8
15,0	9,0
8,5	10,0
11,0	5,5
9,0	5,7
13,0	12,0
12,0	8,0
13,5	6,5
14,0	5,0
im Durchschnitt 12,07.	im Durchschnitt 7,95.

Es ist zu bemerken, daß sich die Reste älterer, abgestorbener Blätter an den nichtbehäufelten Pflanzen nur an dem über der Erde befindlichen Stücke befanden, während sie an den behäufelten Rüben tief an dem Bodentheil der Rüben hinabreichten. Dann war ersichtlich, daß die Nebenwurzelreihen der behäufelten Rüben eine viel längere Strecke unterhalb des Gipfels begannen als bei den nicht behäufelten Pflanzen.

In Uebereinstimmung mit dem erstbeschriebenen Versuche finden wir eine durch Lichtentziehung hervorgerufene Verlängerung des epicotylen, als Fortsetzung des Rübenkörpers ausgebildeten Stammstückes und Hand in Hand damit eine Verlängerung des ganzen Rübenkörpers, von dem natürlich ein größeres Stück morphologisch ein Stammtheil ist. Dann zeigt sich

ebenso wie beim ersten Versuche eine Verminderung der Blattmenge, die allerdings hier nicht durch die Zahl, sondern durch das Gewicht ermittelt wurde. Die Vertheilung der Reste der unteren, älteren Blätter ist eine Folge der stattgehabten Streckung des epicotylen Stücks. Es wurde das Absterben dieser Blätter, wie wenigstens nach analogen Beobachtungen an anderen Pflanzen geschlossen werden kann, beschleunigt und so sehr befördert, daß die Bildung neuer jüngster Blätter nicht ausreichte, diesen Verlust zu ersetzen. In dieser Weise erklärt sich die verminderte Blattmenge. Endlich hat das Behäufeln nicht nur die Ausbreitung der Bewurzelung am mit Erde bedeckten Stammstücke nicht befördert, vielmehr die Nebenwurzelbildung beeinträchtigt, in Uebereinstimmung mit früher entwickelten Anschauungen, denen zufolge verstärktes Wachsthum im Hauptkörper, im vorliegenden Falle als Gipfelwachsthum sich äußernd, die Ausbildung von Auszweigungen beeinträchtigen muß.

Auf die Beziehungen dieser Aenderungen zu den Aenderungen des Ertrags wird noch weiterhin zurückzukommen sein.

b. Versuche mit schlesischer Zuckerrübe, Kernrüben.

Die Knäuel wurden am 16. April 3 cm tief auf 40 cm im Quadrat ausgelegt. — Behäufelt wird am 7. Juni. Bei dem ziemlich dichten Stande kann nicht viel Erde angezogen werden. Die angezogene Schichte dürfte kaum mehr als 6 cm hoch gewesen sein. — Ernte am 25. August. Von behäufelten Rüben wurden 25 geerntet, von nicht behäufelten 20 (eine Reihe weniger).

Von den nicht behäufelten Rüben sahen 9 ziemlich aus dem Boden heraus, die übrigen nur sehr wenig, offenbar weil diese Varietät überhaupt geringe Neigung zur Streckung des epicotylen Theils hat. Natürlich sind die Lichttheile ergrünt, derber, mit Neigung zur Entwickelung von Achselsprossen.

Es betrug das Gewicht in Grammen

	bei den behäufelten Pflanzen	bei den nicht behäufelten
a. der Blätterkrone	10260	10351
	pro Pflanze 410,4	pro Pflanze 517,5

	bei den behäufelten Pflanzen	bei den nicht behäufelten
b. des grünen Rübenkopfstückes .	80[1])	250
	pro Pflanze 3,2	pro Pflanze 12,5
c. der Wurzelabfälle (Nebenwurzeln, Schwanzspitze)	420	350
	pro Pflanze 16,8	pro Pflanze 17,5
d. der Rübenkörper (ohne b und c)	14010	12830
	pro Pflanze 560,4	pro Pflanze 641,5
d. Gesammtproduction pro Pflanze	990,8	1189,0

Es betrug die Länge, bestimmt wie bei der Oberndorfer Runkel, in Centimetern:

bei den behäufelten Pflanzen[2])	bei den nicht behäufelten[2])
21,5	24,0
26,0	23,0
20,0	23,0
17,0	24,0
20,0	21,5
27,0	21,0
23,0	16,0
18,0	20,0
23,0	23,5
21,0	26,0
19,0	28,0
23,0	21,0
22,0	21,0
23,5	16,5
27,0	25,0
24,0	21,0
23,0	17,0
19,0	20,0,
20,0	im Durchschnitt 21,75.
19,5	
23,0,	
im Durchschnitt 21,88.	

[1]) Mit Entfernung der Blätterkrone war bei 19 der behäufelten Rüben sämmtliches grünes Gewebe beseitigt, nur bei den 6 übrigen sind (in Folge des schwachen Behäufelns!) noch schmale grüne, 80 g wiegende Streifen vorhanden. Diese weniger geschützten Rübentheile sind auf 25 Pflanzen zu vertheilen bei der Taxirung des Erfolgs der Behäufelung.

[2]) Von beiden Reihen blieben einige Rüben aus Versehen ungemessen.

Bezüglich der Vertheilung des Ansatzes der Reste der unteren älteren Blätter gilt dasselbe wie bei der Oberndorfer Runkel angegeben wurde, ebenso bezüglich des Ansatzes der Nebenwurzelreihen.

Ganz wie bei Oberndorfer Runkel wurde durch das Behäufeln die Ausbildung der Nebenwurzeln und der Blattmenge beeinträchtigt, dagegen zeigt sich eine charakteristische Verschiedenheit insoferne, als trotz eingetretener Streckung des epicotylen Stückes der gesammte Rübenkörper nur unbedeutend (um 0,13 cm) länger wird.

Offenbar hängt Letzteres zusammen mit dem differenten Wachsthum der beiden Varietäten. Die Oberndorfer Runkel hat an sich schon, auch bei Lichteinfluß, eine viel größere Neigung, den epicotylen Stamm als Fortsetzung des unterirdischen Rübentheils zu strecken, während die schlesische Rübe ohne Behäufelung hiezu sehr geringe Neigung zeigt. Ist aber Erde angezogen und dadurch das Wachsthum oben ungewöhnlich befördert, so geht das, was so oben als Rübenstück zuwächst, für die Verdickung des unteren Endes verloren; die Rübe hebt sich sozusagen bei gleichbleibender Länge im Boden, so daß ihr Körper auch nach der Behäufelung der Oberfläche ebenso nahe steht wie vorher, allerdings mit dem wesentlichen Unterschiede, daß der behäufelte Rübenkörper zu einem beträchtlicheren Theil ein Stammgebilde ist, der nicht behäufelte ein Wurzelgebilde. Dann erhält die Oberndorfer Runkel nicht die gestreckte Kegelform der schlesischen Rübe, sie strebt dem Kugeligen zu, und möglicher Weise wirkt dieser Umstand insoferne mit, als der Verdickung durch den Zuwachs im epicotylen Theil weniger Eintrag gebracht werden kann. Jedenfalls aber sind diese Versuche ein Beleg dafür, wie sehr der Erfolg des Behäufelns von der Varietät abhängt. Noch mehr zeigt sich dies bei den sofort zu beschreibenden, auf demselben Boden unternommenen Versuchen mit Kohlrübe.

c. Versuche mit weißer Kohlrübe, gepflanzt.

Es wurden 32 gleichstarke Pflanzen aus einem Saatbeete ausgesucht und am 9. Juni auf 40 cm im Quadrat ausgepflanzt. Der Versuch wurde so eingerichtet, daß die Reihen abwechselnd behäufelt wurden, resp. unbehäufelt blieben. Das erste Anhäufeln geschah am 18. Juni, das zweite am 2. Juli und zwar konnte den Behäufelungskämmen aus dem schon bei den vorausbeschriebenen Versuchen angegebenen Grunde nur eine ziemlich

geringe Höhe gegeben werden. — Ernte am 18. August, deshalb so frühzeitig, weil den Rübenversuchen überhaupt äußere Gefahren drohten, die sich bei dem Kohlrübenversuche schon im Verluste einiger Rüben äußerten.

Der Habitus dieser Rüben war ein anderer als bei Runkel- und Zuckerrüben. Es schloß sich nämlich an den eigentlichen Rübenkörper ein längeres oder kürzeres dünnes krautiges Stengelstück, welches an der Spitze die Blattkrone trug. Bei den behäufelten Rüben war erstens meist der ganze angeschwollene Rübenkörper weiß und saftig, dann war die verschmälerte Fortsetzung (der Wurzelhals) länger, im unteren Theile meist weiß und von der Textur des Rübenkörpers selbst saftig. Bei den unbehäufelten Pflanzen dagegen war das obere Ende (Kopfstück) des eigentlichen Rübenkörpers ergrünt und derber beschaffen, die anschließende strunkige Fortsetzung kurz und gedrungen. Dann war auch die Neigung größer, aus dem Winkel der unteren abgefallenen Blätter Sprosse zu entwickeln. Anstatt daß also wie bei Beta die Blattkrone direct auf der Rübe d. h. dem fleischig verdickten epicotylen Stammtheile sitzt, ist hier zwischen der Blattkrone und der Rübe ein nicht verdicktes, bei den behäufelten Pflanzen im unteren Theile weißes und saftiges Stengelstück eingeschaltet.

Geerntet wurden 15 behäufelte und 14 nicht behäufelte Pflanzen.

Es betrug das Gewicht in Grammen

	bei den behäufelten Pflanzen	bei den nicht behäufelten
a. der Blattkrone . . .	6020	5360
	pro Pflanze 401,3	pro Pflanze 382,8
b. des Halses	330	200
	pro Pflanze 22,0	pro Pflanze 14,2
c. des grünen Kopfstückes der Rübe	50[1])	330
	pro Pflanze 3,3	pro Pflanze 23,5
d. des eigentlichen weißen Rübenkörpers . . .	6068	5170
	pro Pflanze 404,5	pro Pflanze 369,2
e. der Wurzelabfälle . .	335	410
	pro Pflanze 22,3	pro Pflanze 29,2
f. der Gesammtproduction pro Pflanze	853,4	818,9

[1]) Nur bei 5 Pflanzen eine schmale, im Durchschnitt 5,1 mm dicke Scheibe etwas ergrünt.

Es betrug in Millimetern die Länge

	von Stück b		von Stück c [2])		von Stück d	
	behäufelt.	nicht behäufelt.	behäufelt.	nicht behäufelt.	behäufelt.	nicht behäufelt.
bei Pflanze [1]) 1	30	10	15	16	117	100
„ „ 2	31	14	25	17	122	100
„ „ 3	22	6	15	9	110	110
„ „ 4	12	8	8	10	115	66
„ „ 5	30	20	12	11	145	73
„ „ 6	22	12	15	10	102	85
„ „ 7	29	11	8	10	112	89
„ „ 8	11	20	14	8	125	70
„ „ 9	25	12	20	8	120	99
„ „ 10	22	10	13	20	125	87
„ c 11	25	10	—	10	123	93
„ „ 12	38	12	—	6	115	82
„ „ 13	28	9	—	4	116	100
„ „ 14	15	8	—	3	129	95
„ „ 15	19	—	—	—	137	—
Im Durchschnitt:	23,9	11,5	14,5	10,1	120,8	89,2

Aus den in Anmerkung 3 angeführten Gründen ist Stück c nicht behäufelt kürzer, Stück d derselben Reihe aus gleichem Grunde länger als die Zahl angiebt.

Als Gesammtlänge des Rübenkörpers (entsprechend jener bei den Runkel- und Zuckerrüben, wo das epicotyle Glied nicht eigens gemessen wurde) ergiebt sich

a. für behäufelte Pflanzen (c + d) 135,3 mm

b. für nichtbehäufelte „ 99,3 mm.

Der Vergleich der Ergebnisse des Kohlrübenversuchs mit den Betaversuchen ergiebt Uebereinstimmung

1. in Bezug auf die Beeinträchtigung der Bildung von Nebenwurzeln;
2. in Bezug auf Verlängerung des Rübenkörpers.

Im Unterschied hievon war der Wurzelhals stark gestreckt. Wie

[1]) Die Bezeichnung „Pflanze 1“ u. s. w. dient blos zur Numerirung, soll aber nicht bedeuten, daß die in allen Rubriken nach einander aufgeführten Messungen für dasselbe Individuum gelten.

[2]) Bei den behäufelten Pflanzen fehlen hier jene 5 Individuen, welche eine grüne Scheibe am Rübenkopfe besessen hatten. — Die Zahlen, welche für das c-Stück der nichtbehäufelten angegeben sind und welche eigentlich nur den epicotylen Rübentheil ausdrücken sollen, sind zu groß, weil sie sich auf den ganzen ergrünten Kopftheil beziehen, woran auch ab und zu das obere Stück des hypocotylen Rübentheils Theil nimmt.

Nebenversuche zeigten, läßt sich die Streckung dieses Theils durch starke und wiederholte Behäufelung ungemein erhöhen: in einem Falle erreichte beispielsweise dieser die Krone tragende Hals 7 cm und deshalb befand sich trotz allen Behäufelns die Blattkrone genau an der Oberfläche des Bodens.

Noch mehr fällt es aber auf, daß sich bei den Kohlrüben durch das Behäufeln die Menge der Blätter und Hand in Hand hiemit die Gesammtproduction, soweit sie wenigstens im Gewichte zum Ausdrucke kommt, gesteigert hat.

Nun läßt sich allerdings der Erfolg der Behäufelung, ausgedrückt im Gewichte der producirten Rüben, nicht ohne Weiteres hieran erkennen. Es ist ja einleuchtend, daß die behäufelten Rüben weniger Wasser abdunsten werden als nicht behäufelte, wenn freilich auch die Differenz hierin sich durch die größere Derbheit des beleuchteten Gewebes vermindern wird. Es könnte mit anderen Worten sehr wohl sein, daß die Menge der Trockensubstanz bei behäufelten und unbehäufelten Rüben die nämliche wäre, gleichwohl aber in Folge größeren Wassergehalts die ersteren Rüben schwerer wären. Dazu kommt noch, daß durch das Behäufeln das Wachsthum d. h. die Entstehung und Vergrößerung neuer Zellen am Kopfe der Rüben befördert wird. Jede Zelle aber zieht Wasser an sich, und auch dieser Umstand könnte den Wasserreichthum und hiedurch das Gewicht der behäufelten Rüben erhöhen.

Immerhin aber läßt die erhöhte Blattmenge darauf schließen, daß das producirte Mehrgewicht an Rüben sicher zum Theil auf erhöhter assimilatorischer Thätigkeit beruht. Da die Versuchsbedingungen nicht der Art sind, daß man die vermehrte Blattbildung nur als Folge einer durch das Behäufeln geförderten Gesammtentwickelung der Pflanzen auffassen könnte — der Boden war weder naß noch flachgründig, auch zeigten die Beta-Rüben auf gleichem Boden keineswegs dasselbe Verhalten —, so müssen wir erwägen, auf welchen Ursachen diese Förderung der Blattentwickelung beruhen könnte.

Es ist a priori klar, daß einem Sproß der Verlust seiner Blätter um so nachtheiliger werden wird, je weniger er die Fähigkeit besitzt, durch Neuproduction die Belaubung wieder herzustellen. Dann aber wird der Verlust um so weniger nachtheilig sein, je älter die verlorenen Blätter sind, je früher sie schon der Natur der Pflanze nach absterben und ver-

loren gehen. Geht mit der Beseitigung der älteren Blätter, wie factisch oft nachzuweisen ist, eine Förderung des Stengelwachsthums Hand in Hand, in Folge deren auch an der fortwachsenden Spitze in gleicher Zeit mehr junge Blätter erzeugt werden als ohne Verlust der älteren Blätter der Fall wäre, so können wir uns selbst vorstellen, daß eine reichere Belaubung, eine reichere Ausbildung assimilationsfähigeren jüngeren Laubes eintrete. Ich meine, daß diese Erklärung zunächst ausreicht, gebe aber zu, daß Versuche in dieser Richtung angezeigt sind. Es ist gewiß für die Praxis der Pflanzencultur von Wichtigkeit, das Entblättern von diesem Gesichtspunkte aus zu untersuchen.

Die Kohlrüben, wenigstens der Versuchsvarietät, haben die größte Neigung zur Streckung des epicotylen Stammes, sehr viel mehr als die Versuchs-Beta-Rüben, und ich glaube, daß die Verminderung der Blattmenge durch das Behäufeln bei den letzteren darauf beruht, daß sie geringere Neigung haben, an der Spitze fortzuwachsen und hier als Ersatz neue Blätter zu erzeugen. Es ist möglich, daß sich später hinaus, bei längerer Versuchsdauer der Unterschied in der Blattmenge verringert, mit der Zeit vielleicht selbst ausgeglichen hätte. Immerhin aber hätten die nicht behäufelten Rüben den Vortheil gehabt, eine größere assimilirende Blattfläche längere Zeit zu besitzen.

II. Die Beziehungen der Aenderungen in der Gestalt des Rübenkörpers zur Aenderung des Ertrags.

Das Folgende bezieht sich hauptsächlich auf die Beta-Rüben.

Nach den mitgetheilten Untersuchungen sind hier folgende, durch das Behäufeln hervorgerufene Aenderungen in der Gestaltung der rübenbildenden Pflanzen zu berücksichtigen:

1. Die Beeinträchtigung der Ausbildung der Nebenwurzeln, wahrscheinlich auch der dünnen Fortsetzung der Pfahlwurzel.
2. Die Beeinträchtigung der Blattmenge.
3. Die Verlängerung des epicotylen Rübenstücks.

Endlich sind

4. die Besonderheiten zu betonen, welche am Rübenkopfe durch den Abschluß des Lichts allein schon hervorgerufen werden.

Natürlich kommt es bei Bestimmung des Ertrags nicht allein an auf die producirte Masse, dieselbe muß auch zu möglichst großem Theile in

nutzbarer Form vorhanden sein. Wir haben daher nicht allein die quantitativen, sondern auch die qualitativen Aenderungen des Ertrags durch die Behäufelung zu besprechen.

1. Die Beeinträchtigung der Ausbildung der Nebenwurzeln.

Es kann für die Verwendbarkeit der producirten organischen Substanz nur von Vortheil sein, wenn diese Substanz zu einem möglichst großen Betrage zum Aufbau des eigentlich nutzbarsten Theils verwendet wird. Bei Beeinträchtigung der Nebenwurzelbildung wird für die Rübe selbst mehr Material zur Vergrößerung und Ablagerung in den Zellen bleiben. Namentlich wird die Verringerung der Wurzelabfälle bei Zuckerrüben in Betracht kommen. Außerdem ist es wahrscheinlich, daß eine solche Förderung der Pfahlwurzel die Gefahr einer Gabelung des eigentlichen Rübenkörpers vermindert.

Freilich steht diesem günstigen Ergebnisse der Umstand gegenüber, daß Beeinträchtigung der Nebenwurzelbildung gleichbedeutend ist mit einer Verminderung der Aufnahme von Wasser und Nahrung. Je nach Umständen, je nachdem mehr oder weniger die erforderliche Nahrung geboten ist, also die Pflanze ein stärker oder schwächer entwickeltes Wurzelsystem braucht, wird sich der Erfolg der Beeinträchtigung der Nebenwurzeln mehr oder weniger oder selbst gar nicht zum Nachtheile der Gesammtentwickelung äußern können. Bei günstigsten Bedingungen wird sich dieser Umstand förderlich in der schon bezeichneten Richtung äußern, während selber z. B. das Behäufeln auf trockenen Böden um so nachtheiliger machen wird.

2. Die Beeinträchtigung der Blattproduktion.

Ließen sich für die Nebenwurzeln immer noch Gründe und Fälle beibringen, in denen die Beeinträchtigung dieser Organe vortheilhaft wirken kann, so gilt dies nicht für die Schwächung der Blattmenge, die unbedingt eine Verminderung der producirten Substanz, eine Herabdrückung des Gesammtertrags zur Folge haben muß, ganz ebenso wie successive Entblätterung.

Ich nehme keinen Anstand, vor Allem hierauf die in den Versuchen constatirte Minderung der Erträge durch das Behäufeln zurückzuführen.

Wie oben angegeben, betrug pro Pflanze das Gewicht (in Grammen):

	bei behäufelten Pflanzen	bei nicht behäufelten
1. Der Blätter		
a. der Oberndorfer Runkel . . .	359,0	391,6
b. der schlesischen Zuckerrübe . .	410,4	517,5
2. Der Rüben		
a. der Oberndorfer Runkel . . .	507,6	525,0
b. der schlesischen Zuckerrübe . .	560,4	641,5
3. Der Gesammtproduktion		
a. der Oberndorfer Runkel . . .	875,8	944,1
b. der schlesischen Zuckerrübe . .	990,8	1189,0

Bei Zuckerrüben ist selbst nach Abschneiden des grünen Kopfstücks der bleibende Theil noch beträchtlicher im Gewichte. Dazu kommt noch, daß aus schon oben angegebenen Gründen die Substanz der behäufelten Rüben wasserreicher gewesen sein dürfte.

Aehnliche Resultate erhielt *Wollny.*[1])

Es lieferten 100 Pflanzen in Pfunden

	behäufelt		nichtbehäufelt	
	Rüben	Blätter	Rüben	Blätter
I.	235,0	68,7	252,3	88,3
II.	131,5	36,2	154,6	46,1
III.	142,0	36,7	169,7	69,0
IV.	88,3	43,7	99,3	55,3

Demnach überall weniger Blättermasse, weniger Rübengewicht. Ich glaube nicht, daß, wenigstens bei meinen Versuchen, Boden und Witterung der Art waren, um hierauf die durch das Behäufeln bewirkten Mindererträge zurückzuführen, um so weniger, da Kohlrüben auf gleichem Boden durch das Behäufeln im Ertrag erhöht wurden.

3. Die Verlängerung des epicotylen Rübenstücks.

Es läßt sich kein Grund angeben, aus dem diese durch das Behäufeln bewirkte Verlängerung zum Vortheil der Productionsfähigkeit hätte ausschlagen sollen. Es ergab sich ja direct, daß dieselbe zum Theil auf Kosten der Ausbildung der übrigen Dimensionen des Rübenkörpers geschieht: bei Zuckerrüben verloren die Rüben an Zuwachs am unteren

[1]) *E. Wollny,* Zeitschrift des landwirthsch. Vereins in Bayern, Januar 1880.

Ende fast soviel als oben zuwuchs. Da diese Streckung nicht mit vermehrter Blattproduction Hand in Hand ging, so mußten sich die assimilirten Stoffe der nämlichen oder vielmehr der geringeren Blattmenge auf einen größeren Reservestoffbehälter vertheilen; es mußten schon zur Ablagerung bestimmte Stoffe zur Bildung neuer Zellen, neuer Membranen verwendet werden. Kurz, wenn auch keine Qualitätsbestimmungen der Rüben gemacht wurden, so läßt sich doch soviel aus allgemeinen Gründen erschließen, daß die behäufelten Rüben zwar größer, aber gehaltärmer, zuckerärmer und, weil sie weniger verdunsten und eine größere Zahl wasseranziehender Zellen besitzen, auch wasserreicher waren. Endlich ist das oben zugewachsene Rübenstück ein Stammgebilde, und wir wissen nicht, wie es sich mit der Fähigkeit dieser Zellen gegenüber jenen des hypocotylen und Wurzeltheils der Rüben verhält, Reservestoffe abzulagern oder an Stelle dessen sonst wie z. B. zum Wachsthum zu verwenden: selbst bei gleicher Textur im ganzen Verlaufe der Rübe ist es nicht ohne Weiteres sicher, daß auch die Zusammensetzung des Safts im ganzen Verlaufe die nämliche war.

4. Die Besonderheit der Ausbildung der behäufelten Rübenköpfe.

Es wird gewöhnlich ein sehr großer Werth darauf gelegt, daß die behäufelten Köpfe nicht ergrünen, sondern zart und von der Textur der tieferen Rübentheile werden.

Es kann keinem Zweifel unterliegen, daß die Hintanhaltung der Verholzung am Kopfe von Futterrüben insofern von Vortheil ist, als die nutzbare Form hiedurch eine günstigere wird. Der Kopf solcher Rüben wird eine bessere Ausnützung im Verdauungstractus gestatten. Bei Zuckerrüben gilt das Ergrünen des Kopfes als äußerst schädlich für den Zuckergehalt und die Quantität des in der Fabrik verwerthbaren Rübentheils.

Von diesem Standpunkte aus spricht sich *Fühling*[1]) besonders energisch zu Gunsten des Behäufelns aus. Er sagt: „In den trockenen Jahren 1857 und 1858 haben comparative Versuche, auf derselben Parzelle angestellt, uns dargethan, daß die gehäufelten Zuckerrüben ganz gleichen Ertrag an auf dem Felde gewogenen Rüben lieferten; wenn wir auch das Steuergewicht derselben nicht an der Wage stehend vergleichen konnten, so bewiesen aber die abgeschnittenen Köpfe, daß die behäufelten ein

[1]) *Fühling,* Der praktische Rübenbauer. p. 293.

höheres Steuergewicht geliefert hatten als die nicht gehäufelten, deren Köpfe über der Erde sichtbar waren. Aus den Versuchen von *Dr. Eckert* resultirt auch, daß das Behäufeln günstig auf den Zuckergehalt der Zuckerrüben einwirkt, indem dadurch der Rübenkopf vor Insolation und Ergrünung geschützt wird. Dieses Vermeiden der grünen Köpfe ist sehr wichtig, da dieselben geringeren Zuckergehalt und höheren Nichtzuckergehalt haben und ihre Verarbeitung in der Zuckerfabrikation nur Verluste bringt; ja würde sogar keine Rübensteuer erhoben, so wäre die Verarbeitungswürdigkeit der Rübenköpfe auch noch sehr fraglich.“ Nach *Heidepriem* enthielten die Köpfe um 3,47 % weniger Zucker, dagegen mehr von allen jenen Stoffen, die sich in der Rübenverarbeitung schädlich erweisen.

Aus diesen Angaben geht wohl hervor, daß die Köpfe weniger Zucker und mehr Nichtzucker enthalten als die Bodentheile oder richtiger als die tieferen Rübentheile, sie beweisen aber nicht, daß der gesammte Zuckergehalt der ganzen Rüben dann ein geringerer ist, wenn der Kopf ergrünt. Im Gegentheil habe ich bereits auseinander gesetzt, daß das vermehrte Wachsthum im oberen Theile zu einer Abnahme des Zuckergehalts ebenso wie zu einem größeren Wasserreichthum der Rüben führen dürfte; der Reservezucker hat sich auf eine größere Zellenzahl zu vertheilen und der Verbrauch von Kohlehydraten zur Bildung des Neuzuwachses wird wohl mehr betragen, als etwa die Verdickung und Verholzung der Membranen der beleuchteten Köpfe in Anspruch nimmt. Dann aber ist auch schon erwähnt, daß die Textur des behäufelten Kopfes nicht darauf schließen läßt, daß er sich dem tieferen Rübentheil in der Zusammensetzung ähnlich verhalten muß. Das zugewachsene Stück ist ein Stammgebilde, über dessen Zusammensetzung an behäufelten Rüben nichts vorliegt. Ich glaube vielmehr, daß in jedem Falle eine Rübe ohne Kopf für die Zuckerfabrikation mehr Werth ist als das gleiche Rübengewicht behäufelter Rüben mit Kopf. Noch weniger wird Behäufeln angezeigt sein behufs Verhinderung des Ergrünens, wenn hiedurch der gesammte Ertrag so sehr abnimmt, daß selbst nach Beseitigung des grünen Kopftheils mehr übrig bleibt, als wenn die Rüben nicht behäufelt worden wären, wie das ja bei meinen Versuchen der Fall war.

Zuzugeben ist, daß die derbere Textur grüner Köpfe die Verwerthung dieser Stücke in der Fabrik erschweren muß, auch lassen sich physiologische

Gründe zur Erklärung der Erhöhung des Gehalts an Nichtzuckerstoffen durch die Insolation beibringen. In den chlorophyllbildenden Zellen werden sich ähnliche chemische Metamorphosen einstellen wie in den Blättern, was zu einer der Zellen letzterer ähnlichen Zusammensetzung der Säfte, besonders zu vermehrtem Salzgehalt, führen mag. In diesem Sinne und bei bestimmten, von Seite der abnehmenden Fabrik zur Bedingung gemachten Anforderungen wird das Behäufeln von Vortheil sein, weil es gestattet, ohne Schaden für die Zuckergewinnung auch von dem in den Köpfen enthaltenen Zucker Gebrauch zu machen. Es ist aber klar, daß dies nur dann angeht, wenn durch Berücksichtigung dieses einen Vortheils nicht die gesammte Production erhebliche Einbuße erleidet.

Uebrigens wird, bei Verwendung von Rüben, welche nicht über den Boden wachsen, deren Blätter sich auseinander breitend an den Boden andrücken und so die Köpfe beschatten, die Sache nicht so schlimm sein. Es ist auch *Stammer*[2]), gewiß eine Autorität auf dem Gebiete der Zuckerfabrikation, nicht gar so bös auf die Köpfe zu sprechen, indem er sagt: „Man nimmt in der Regel an, daß der Kopf der Rübe auch nach Entfernung aller Blattansätze zuckerärmer und salzreicher ist als der Haupttheil derselben. Diese Annahme ist indessen keineswegs allgemein zutreffend; das Verhältniß ist nicht allein davon abhängig, wie groß der über die Erde hervorwachsende Theil der Rübe ist, sondern wechselt auch vielfach nach den Jahrgängen und Oertlichkeiten. Indessen unterliegt es keinem Zweifel, daß der Saft des Kopfes, wenn er sich auch im Zuckergehalte von dem der übrigen Rübe wenig oder nicht unterscheidet, sich doch in Folge seiner sonstigen Zusammensetzung stets schwer verarbeitet. Man kann daher nicht im Allgemeinen behaupten, daß es unter allen Umständen geboten sei, die Köpfe der Rüben abzuschneiden; bei geringeren Ernten z. B. und wenn sich der Unterschied in der Saftbeschaffenheit als ein geringer erweist, würde dies nur schadenbringend sein, während bei großen, schwer zu bewältigenden Vorräthen man immer besser thut, die geringwerthigen Theile zu entfernen.“

Die vorstehend mitgetheilten Versuche ergeben, daß durch das Anziehen von Erde verschiedene Aenderungen in der Ausbildung der einzelnen Theile hervorgerufen werden, welche zum Theil für die Productions-

[1]) *Stammer,* Zuckerfabrikation. p. 121.

fähigkeit der Pflanzen wenigstens relativ von Nachtheil sind. Freilich ist damit über die Zulässigkeit oder Unzulässigkeit der Behäufelung noch Nichts entschieden, weil auch die physikalischen Verhältnisse der Ackerkrume in Betracht kommen. Es wird Fälle genug geben, in denen trotz aller morphologisch ungünstigen Aenderungen die Behäufelung doch absolut bessere Erträge liefert, wenn es sich nämlich um Bodenverhältnisse handelt, in denen hiedurch die gesammte Entwickelung so sehr befördert wird, daß die nachgewiesenen Störungen dagegen verschwinden.

Die große Zahl der im Verlaufe des Studiums der Häufelkultur auftauchenden Fragen bringt es mit sich, daß durch meine Versuche die Theorie der Behäufelung noch nicht im vollen Umfange aufgestellt werden kann. Vor Allem ist noch zu untersuchen, wie groß die Tragweite des Behäufelns ist, wenn dasselbe erst an älteren Pflanzen, vielleicht am Schlusse der Bearbeitung vorgenommen wird. Ich glaube allerdings nicht, daß die Ergebnisse wesentlich anders sein werden, als aus dem bereits Mitgetheilten sich entnehmen läßt. Auch bei älteren Rüben wird nach Behäufelung Streckung des epicotylen Stückes eintreten, hier um so mehr, da später hinaus die Rüben an sich schon größere Neigung haben, ihren Gipfeltheil zu strecken. Wir dürften so voluminösere, aber gehaltärmere Rüben erhalten. Dagegen könnte die Benachtheiligung der Nebenwurzelbildung zurücktreten, ebenso wie die Schädigung der Blattentwickelung. Ich glaube auch nicht, daß das Ergebniß meiner Versuche ein anderes gewesen wäre, wenn dieselben erst in völliger Reife und nicht schon aus äußeren Gründen früher geerntet worden wären, da die nicht behäufelten Rüben immerhin eine längere Zeit hindurch von der assimilatorischen Thätigkeit einer größeren Blattmenge profitirt hätten.

Einige allgemeine Gesichtspunkte für Anwendung der Behäufelung lassen sich immerhin dem Mitgetheilten entnehmen.

1. Das Behäufeln wird schädlich wirken, wenn es an zu jungen Pflanzen geschieht, vermuthlich auch eher bei Pflanzrüben mit an sich geschwächtem Wurzelvermögen als bei Kernrüben.

2. Starkes Anhäufeln ist verwerflich. Soll Behäufeln das Ergrünen der Köpfe verhüten, so kann es sich nur um Varietäten handeln, welche nur wenig über den Boden herauswachsen, bei diesen aber wird schon schwächeres Behäufeln den ge-

wünschten Erfolg haben und zwar, auch dann noch, wenn es spät, etwa am Schlusse der Bearbeitung (wie *Fühling* empfiehlt) vorgenommen wird. Soll Behäufeln die physikalischen Verhältnisse verbessern, so ist es vorzuziehen, den Acker von vorneherein in Kämme zu pflügen und auf diese die Pflanzen zu setzen. Ebenso bei flachkrumigem Boden.

3. Je leichter der Boden austrocknet, um so mehr ist Behäufeln zu vermeiden, ebenso je schwächlicher der Wuchs der Pflanzen ist, im Falle natürlich derselbe nicht von zu großer Feuchtigkeit und zu geringer Durchlüftung rührt.

Der weitere Ausbau der Behäufelungstheorie in Detailfragen mag der Aufmerksamkeit empfohlen sein.

9. Nachträge zu früheren Untersuchungen.

Ich habe die meisten der früheren Untersuchungen fortgeführt und erweitert, hauptsächlich deshalb, weil sie mit den Studien zusammenhängen, welche ich den im Pflanzenkörper thätigen Kräften widme. Es kann hier nicht der Ort sein, diese Erweiterungen im Detail vorzuführen, es ist dies nur bezüglich weniger Thatsachen der Fall.

1. Ueber die Beeinflussung des Wachsthums der Cotylen von Keimlingen verschiedener dicotyler Spezies.

Um den angedeuteten Effekt zu erzielen, müssen verschiedene Umstände berücksichtigt werden, zu deren Ermittelung viele Versuche angestellt wurden. Kennt man diese Umstände nicht, so kann selbst das Gegentheil dessen eintreten, was man erwartet. Die Sache ist unendlich complicirter als man auf den ersten Blick glauben möchte, es setzt völlige Klarlegung auch das Studium des Einflusses voraus, den der Boden je nach seiner Beschaffenheit auf die Tieflage des Samens übt, worüber zur Zeit noch nicht genügendes Material vorliegt. Die Versuche mit dem Auszwicken der ersten Laubblätter ergaben ausnahmslos eine beträchtliche Steigerung des Wachsthums der Cotylen dieser Pflanzen, und lieferten so den Beweis, daß die von den Cotylen erreichte Größe nicht allein von ihrer spezifischen Wachsthumsfähigkeit abhängt, sondern auch von den Beziehungen zu den übrigen Organen, zunächst dem Wachsthum der nächsten Laubblätter.

2. Ueber künstliche Herbeiführung der Verlaubung der Bracteen der Körbchen von Helianthus annuus durch abnorme Drucksteigerung.

Hierüber habe ich viele Erfahrung gesammelt, die mir gestatten werden, den beabsichtigten Effekt in noch größerer Ausdehnung hervorzurufen. Der Hauptsache nach waren die Ergebnisse ähnlich wie bereits früher beschrieben wurde.

3. Ueber die künstliche Beeinflussung der Entwickelungsdifferenz der Gipfel- und Seitenaugen an Kartoffelknollen.

Hier habe ich zunächst die Versuche über die Nothwendigkeit des Wurzeldrucks zu kräftigem Wachsthum der Gipfeltriebe in der beschriebenen Weise fortgesetzt und auf verschiedene Sorten ausgedehnt.

Für die violette Viktoria, welche schon zu den früheren Versuchen diente, ergaben sich im Allgemeinen dieselben Resultate wie früher, mit verschiedenen Variationen je nach Trockenheit der Luft u. s. w. Aehnlich für mehrere andere Sorten. Wuchs wirklich ab und zu ein Sproß auch ohne Wurzeldruck etwas erheblicher in die Länge, so trat gleichwohl bald Gipfeldürre ein, obwohl der Mutterknollen noch reich an Stärke war. Einzelne Sorten sind etwas unabhängiger vom Wurzeldruck, was mit einer in ihren Stengeln stattfindenden stärkeren Druckerzeugung zusammenhängt. Aber auch hier setzt kräftiges Wachsthum Wurzeldruck voraus, namentlich anfangs, bis der Stengel weit genug ist, um selbst ausreichend Druckkraft zu liefern. Wenn die Gipfeltriebe zu lange Zeit im Wachsthum so langsam vorschreiten konnten, so vermochte auch nachträgliche Bewurzelung nicht mehr, sie zum Wachsthum zu bringen, es brechen vielmehr alsdann kräftig wachsende Seitentriebe hervor. Es ist auch zu betonen, daß diese nicht bewurzelten kümmerlichen Gipfeltriebe auch dann nicht wachsen, wenn die bewurzelten kräftigen Seitentriebe beseitigt werden. Dagegen tritt dies ein, wenn im Boden ausgewachsenen Knollen die Triebe genommen werden. So lieferten z. B. gesunde Knollen der Proskauer Bisquit-Kartoffel, Anfang Juli aus dem Boden genommen und der Triebe beraubt, hierauf wieder eingelegt schon bis Ende Juli neue, allerdings schwächere Triebe.

4. Ueber die künstliche Beeinflussung des Wachsthums von Kartoffel- und Topinamburstöcken durch Welkenlassen der Saatknollen.

Diese Versuche hatten ergeben, daß die Stengel aus gewelkten Knollen dauernd kürzer blieben und an Entwickelungsfähigkeit verloren. „Im Zusammenhalt mit anderen Erfahrungen weisen die bezeichneten Erscheinungen darauf hin, daß mit dem Wasserverlust auch eine direkte Beeinflussung der spezifischen Wachsthumsfähigkeit der Augen verbunden ist und zwar in Richtung einer Verminderung der Wachsthumsfähigkeit, welche sich in trockenen Jahrgängen sehr bemerklich macht, daß schon eher die Blüthe eintritt und der Vegetationslauf abschließt. . . . Die durch das Welken eintretenden Aenderungen in der spezifischen Wachsthumsfähigkeit der Augen sind vollkommen den analogen Erscheinungen gleichzusetzen, welche an Samen (nach neueren Beobachtungen, worüber später, auch an Zwiebeln) herbeizuführen sind."

Schlagende Belege für diesen Erfolg der Minderung der Wachsthumsfähigkeit lieferten mir zwei Knollen der Proskauer Bisquit-Kartoffel, welche einige Monate in voller Beleuchtung und trockener Luft zugebracht und hier dicke knollige Triebe gemacht hatten. Sie wurden aufrecht im Sand gepflanzt, so daß sich auch die Gipfeltriebe bewurzeln konnten. Dieselben wuchsen auch in der That weiter.

Zur Zeit des Schlusses des Versuchs hatte Knollen a einen Gipfeltrieb, der an der Basis auf eine Länge von 14 mm knollig war (das vorher im Lichte gewachsene Stück). Von dieser knolligen Basis bis zur terminalen Inflorescenz waren 14 Internodien, welche aber miteinander nur 5 cm lang waren! Das Aussehen des ganzen Sprosses war hiedurch ein ganz ungewöhnliches, um so mehr, da eine reiche Bildung von Seitensprossen eingetreten war. Das vorherige Wachsthum in der Trockenheit hatte die Vegetationsspitze so sehr in der Wachsthumsfähigkeit vermindert, daß die Achse nur 5 cm lang wurde, dafür aber schon bei so geringer Länge in Blüthenbildung überging.

Auch der Gipfeltrieb von Knollen b war an der Basis knollig, die Hauptachse erreichte nur 11 cm Länge, worauf sie mit Inflorescenzbildung schloß.

Ich glaube nicht, daß erstens ein schönerer Beweis dafür

geliefert werden kann, daß Welkenlassen die Wachsthumsenergie beschränkt; daß zweitens deutlicher gezeigt werden kann, wie sehr der Beginn der Blüthenbildung mit Verminderung der Wachsthumsfähigkeit beschleunigt werden kann.

5. Ueber die künstliche Beeinflussung des Wachsthums durch Vorquellen der Samen.

Die vorjährigen Versuche hatten ergeben, daß die aus vorgequellten Samen entspringenden Pflanzen eher aus dem Boden hervorbrechen und zunächst rascher wachsen, weiterhin gleichen sich diese anfänglichen Differenzen mehr und mehr aus, erst späterhin zeigen sich die aus den präparirten Samen abstammenden Pflanzen abermals und dauernd in Wuchs, Blüthenansatz und Lebensdauer überlegen.

Es waren diese Versuche in verschiedener Hinsicht zu vervollkommnen und zu erweitern. Vor Allem waren Samen zum Versuche zu verwenden, welche nach dem Vorquellen an der Luft bei gewöhnlicher Temperatur vor der Saat wieder austrocknen konnten. Offenbar müßte die praktische Anwendbarkeit des Vorquellens dadurch erleichtert und gesicherter werden, wenn die Samen erst im wieder getrockneten Zustand gesät gleichwohl die dem Vorquellen zukommenden Vortheile entwickeln können. Dann war zu untersuchen, wie weit sich die durch das Vorquellen bewirkten Unterschiede gegenüber bestimmten Witterungsverhältnissen nachhaltig geltend machen. Denn wir müssen vermuthen, daß gewisse Einflüsse z. B. reichliche Feuchtigkeit während der Vegetationszeit, eine wenn auch nur vorübergehende große Trockenheit und Hitze, vielleicht auch längere Verzögerung des Wachsthums bei anfänglich niederer Temperatur irgendwie die durch das Vorquellen hervorgerufenen Aenderungen der Keime selbst wieder ändern, möglicher Weise auch neutralisiren. Wissen wir ja doch, daß manche Varietät-Charaktere z. B. längere oder kürzere Vegetationsdauer durch derlei äußere Einflüsse verändert und dadurch verschiedene Varietäten einander ähnlicher gemacht werden können. Ich habe die Sache in Ermangelung anderer Hülfsmittel durch Feldversuche weiter verfolgt, während freilich Treibhauskultur rascher und sicherer zur Klarlegung führen würde.

Als Versuchsspezies diente die große Mazagonbohne.

Die eine Partie der Samen wurde 36 Stunden vorgequellt, hierauf

bei Zimmertemperatur völlig ausgetrocknet; eine zweite Partie wurde mit Wasser gesättigt, eine dritte ohne Vorbereitung ausgesät und zwar 3 cm tief auf 15 cm im Quadrat. Aussaat geschah am 16. April.

Das Versuchsland erstreckte sich von Nord nach Süd. Um etwaigen Einfluß von Bodenverschiedenheit auszuschließen und zugleich die Tragweite des Vorquellens bei einigen Verschiedenheiten der Lage zu prüfen, wurden die 3 Versuchsreihen in einer Weise angeordnet, wie aus der nebenstehenden Figur hervorgeht.

N.

a = 91	d = 91
b = 96	e = 84
c = 88	f = 77

Parzelle a enthielt 91 vorgequellte, hierauf getrocknete Samen, ebenso Parzelle d mit 91 Samen.

Parzelle b enthielt 96 nicht präparirte Samen, ebenso Parzelle f mit 77 Samen.

Parzelle c enthielt 88 vorgequellte, im wasserreichen Zustande gesäte Samen, ebenso Parzelle e mit 84 Samen.

Demnach waren alle drei Reihen in der westlichen und östlichen Hälfte des Versuchsstücks vertreten.

Genaue und wiederholte Bestimmungen ergaben zunächst, daß die präparirten Reihen, besonders c und e zuerst aufgingen, ganz wie beim vorjährigen Versuche. In gleicher Weise wuchsen diese Reihen anfänglich stärker, dann verschwanden die Differenzen mehr und mehr. Bis zum 8. Mai war kaum mehr etwas hievon wahrzunehmen.

So blieb der Stand bis Anfang Juni. *Jetzt aber, mit Beginn der Blüthe, traten sehr erhebliche Unterschiede hervor.*

Es waren zu dieser Zeit vorhanden an Pflanzen in Reihe

	absolut	in Prozenten der gesäten Samen
a	79	86,0
d	73	80,2
b	87	90,6
f	72	93,5
c	87	98,8
e	72	85,4.

Soweit einige durch Drahtwürmer bewirkte Beschädigungen einen Schluß zulassen, haben die vorgequellten und getrockneten Samen die wenigsten Pflanzen geliefert.

Von diesen Pflanzen tragen nun offene Blüthen
1. am 7. Juni bei Reihe

a	15	=	17,4 %
d	11	=	15,0
b	0	=	0
f	2	=	2,2
c	20	=	22,9
e	11	=	15,2

2. am 9. Juni bei Reihe

a	25	=	31,6 %
d	23	=	31,5
b	7	=	8,0
f	14	=	19,4
c	43	=	49,4
e	36	=	50,0

Die Zählungen beweisen übereinstimmend, daß die Pflanzen aus vorgequellten Samen, mochten dieselben getrocknet worden sein oder nicht, früher und reichlicher zu blühen begannen. Bei den vorjährigen Versuchen wurde auf diese Verschiedenheit nicht geachtet.

Es interessirte mich nun weiter zu erfahren, ob einmal dem früheren Beginn der Blüthe auch ein früherer Schluß derselben, in weiterer Linie auch eine frühere Reifung entsprach. Man mußte dies erwarten, wenn man den Erfolg des Vorquellens blos in einer Beschleunigung der Entwickelung suchte. Die Versuche bestätigten meine frühere Anschauung, daß es sich um eine Verlängerung der Vegetationsdauer handle.

Es blühten noch am 4. Juli bei Reihe

				Mittel
a	14	=	17,7 %	19,1 %
d	15	=	20,5 %	
b	11	=	12,6 %	14,6 %
f	12	=	16,6 %	
c	13	=	14,9 %	14,3 %
e	10	=	13,8 %	

Dem früheren Beginn der Blüthe entsprach demnach kein früherer Schluß derselben, die Blüthenperiode war verlängert. Auch reiften die

Pflanzen trotz rascherer Entwickelung nicht früher. Es lieferte nämlich die am 21. Juli geerntete westliche Reihe an noch ganz grünen Pflanzen

a 68,8 %; b 57,5 %; c 56,0 %.

Die am 5. August geerntete östliche Reihe an eben solchen Pflanzen

d 45,2 %; f 44,0 %; e 55,3 %.

Im Weiteren aber zeigte sich kein durchgreifender Einfluß des Vorquellens wie aus den folgenden Durchschnittszahlen hervorgeht.

Es lieferten

1. Pflanzen mit Bestockung (in Prozenten)

Reihe a	13,1	Reihe b	10,6	Reihe c	15,1
„ d	15,0	„ f	15,2	„ e	16,0.

2. Pflanzen mit durchschnittlicher Länge der Hauptachse (in Centimetern)

Reihe a	62,9	Reihe b	67,6	Reihe c	67,0
„ d	62,0	„ f	63,9	„ e	63,7.

3. Pflanzen mit durchschnittlicher Hülsenzahl

Reihe a	4,63	Reihe b	4,68	Reihe c	4,74
„ d	3,30	„ f	3,15	„ e	3,37.

Die westliche Reihe lieferte die samenreicheren Pflanzen; in der östlichen Reihe so, wie in den vorjährigen Versuchen.

Ich glaube, daß die Witterung des Versuchsjahres dafür verantwortlich zu machen ist, daß sich der Erfolg des Vorquellens nicht viel über die Blüthe hinaus, immerhin aber auf einen Zeitraum von ca. 7 Wochen, trotz der Verschiedenheiten in der Lage, bemerkbar machte. Ich vermuthe, daß die im Juli einige Zeit herrschende Hitze allen, auch den aus vorgequellten Samen stammenden Pflanzen an ihrer Entwickelungsfähigkeit genommen und so die früheren Unterschiede verwischt hat. Es äußerte sich dieser Einfluß der Witterung auch darin, daß die Reifung überhaupt viel früher eintrat als im Vorjahre, er war auch bei anderen Kulturgewächsen in mancherlei ungewöhnlichen Erscheinungen erkennbar, z. B. darin, daß die Gerste vor dem Roggen in Varietäten reifte, welche sonst erst nach dem Roggen zum Schnitte kommen können. Es mag wohl hiebei der Umstand mitgewirkt haben, daß die Pflanzen durch vorgängige feuchte Witterung sehr empfindlich gegen stärkere Verdunstung wurden.

Neue Litteratur.

***J. Bernstein.* Ueber die Kräfte der lebenden Materie.** Preisverkündigungsprogramm der Universität Halle 1880. Der Naturforscher XIII. Jahrgang, Nr. 42.

Nach der hier mitgetheilten Hypothese ist die lebende Materie ein Aggregat chemisch-differenter, kleinste Krystalle bildender Molekülgruppen, welche Verfasser physiologische Moleküle nennt. Jedes physiologische Molekül besteht aus gleichartigen chemischen Molekülen, von denen jedes selbst wieder eine beliebige Atom- oder Molekularverbindung enthalten mag. Die physiologischen Moleküle liegen als feste Körperchen in einer Flüssigkeit, entweder beweglich oder durch Adhäsionskräfte zu regelmäßig angeordneten Gruppen vereinigt. Die chemischen Verbindungen eines physiologischen Moleküls üben chemische Kräfte auf einander (und auf die Substanzen der zwischenbefindlichen Flüssigkeit) aus, außerdem aber entstehen durch die Vereinigung der differenten physiologischen Moleküle, wie bei Berührung heterogener Körper, Contactkräfte vielleicht elektrischer Natur. Diese Contactkräfte treten an die Stelle der früher behaupteten Lebenskraft als Ursache der Gestaltungen in der lebenden Natur. Wenn z. B. zwei solcher physiologischer Moleküle in einer bestimmten Lage zu einander in der allgemeinen Flüssigkeit sich befinden, so wird an der Berührungsfläche eine Contactkraft auftreten. Diese Kraft beeinflußt aber den chemischen Prozeß, der durch die Einwirkung der Atome beider physiologischer Moleküle und der umgebenden Flüssigkeit entsteht, indem sie diesen Prozeß in bestimmter Richtung hemmt oder auslöst (etwa ähnlich, wie bei Entstehung der Eisblumen an Fenstern die Gruppirung der sich ausscheidenden Kryställchen durch die Capillarität als Contactkraft beeinflußt wird). Wenn die umgebende Flüssigkeit Stoffe enthält, aus welchen sich die Bestandtheile von physiologischen Molekülen aufbauen können, so kann unter dem Einflusse der Contactkraft die Ablagerung neuer Substanz nach bestimmten Richtungen des Raumes stattfinden, woraus dann organisirte Formen entstehen. Die beiden ursprünglichen physiologischen Moleküle sind vermöge ihrer Beschaffenheit, Gestalt, gegenseitigen Lage und Einwirkung gleichsam die Keime für eine daraus hervorgehende organische Entwickelung. „Die Bildung der Moleküle in der lebenden Materie ist eine Krystallisation ihrer chemischen Bestandtheile in kleinster Form innerhalb der Ernährungsflüssigkeit. Die lebende Materie ist ein durch Contactkräfte regulirter chemischer Molekular-Mechanismus.“

Wir können der eben skizzirten Hypothese keine besondere Neuheit zugestehen, da die Constitution der organischen Materie von *Nägeli* in viel ausführlicherer und umfassenderer Weise längst begründet ist und sich in *Bernstein*'s Hypothese die Grundsätze der Micellartheorie wieder finden. Es hat sich diese Theorie, im weitesten Sinne, noch in allen Fällen und nicht in der organischen Natur allein bewährt; sie ist in der verschiedensten Richtung entwickelungsfähig, so daß bis jetzt nicht der geringste faktische Grund vorliegt, der uns veranlassen kann, eine andere Anschauung und Bezeichnung an ihre Stelle zu setzen.

C. K.

***H. Vöchting.* Ueber Spitze und Basis an den Pflanzenorganen.** Botan. Zeitung 1880. Nr. 35 und 36.

Wir haben seiner Zeit über eine Untersuchung des Verfassers berichtet (Bd. II, pag. 104 dieser Zeitschrift), auf Grund deren er zum Schlusse kam, daß bei Wurzeln und Sprossen ein erheblicher Unterschied von Basis und Scheitel bestehe, demzufolge gerade das eine Ende zur Erzeugung bestimmter Ersatzorgane fähig sei und zwar so, daß an den Spitzen das morphologisch Gleichartige, an den Basen das Ungleichartige producirt würde. Ebenso haben wir (Bd. III, pag. 294) einer Abhandlung von *Sachs* erwähnt, in der dieser Forscher das Vorhandensein einer erblichen Kraft in Abrede stellt und die von *Vöchting* angegebenen Erscheinungen als Folge der vorausgängigen Richtung der Versuchspflanzentheile zu deuten sucht; es handle sich hiebei zum Theil um direkte Wirkung der Schwerkraft, zum Theil um eine durch dieselbe in der früheren Richtung des Sprosses geschaffene innere Disposition.

Gegen diese Einwendungen von *Sachs* richtet sich die vorliegende Arbeit. Wenn die Ansicht von *Sachs* die richtige sei, wenn also der innere Gegensatz von Basis und Spitze durch die Lage des wachsenden Organs zum Erdradius bedingt werde, so müßte allerdings die Richtung, welche ein Organ während seiner Entwickelung am mütterlichen Organismus einnehme, von entscheidender Bedeutung sein. „Dann müssen solche Gebilde, welche im Uebrigen gleiche morphologische Natur besitzen, wenn sie in entgegengesetzten Richtungen wachsen, entgegengesetzte Prädispositionen erhalten; was im einen Fall Spitze ist, muß im anderen Fall Basis sein und umgekehrt. Aber die Zweige von Trauerbäumen, welche sich in abwärtshängender Richtung entwickeln, verhalten sich in der Erzeugung von Wurzeln u. s. w. ganz wie Sprosse, welche vertikal gewachsen waren, die morphologische Spitze und Basis waren in gleicher Weise wie bei den vertikal gewachsenen gekennzeichnet." Aus dieser Gleichheit schließt Verfasser wie schon früher, „daß der polare innere Gegensatz im hängenden Zweige ein erblicher sei". — Hieran schließt sich die Erörterung verschiedener Wachsthumsverhältnisse an hängezweigigen Bäumen, deren Einzelnheiten anzugeben zu weit führen würde. Dagegen seien die vom Verfasser gegen den von *Sachs* angezogenen *Duhamel*'schen Satz, daß es gegen die Natur sei, wenn die Wurzeln oberhalb der Knospen entstünden, gemachten Einwendungen hervorgehoben. Es treffe dieser Satz zwar für die meisten aufrechtwachsenden Pflanzen zu, in anderen Fällen aber habe er nur eine bedingte oder selbst gar keine Geltung. So z. B. entspringe Viscum manchmal an der Unterseite der befallenen Zweige; bei vielen Ampelpflanzen wüchsen die Sprosse weit über die Töpfe hinabhängend u. s. w. In solchen Fällen befänden sich die Wurzeln über den Knospen, ohne daß die Pflanzen darunter leiden. In diesen und anderen Fällen aber sei der innere Gegensatz von Scheitel und Basis in der früher behaupteten Weise ausgesprochen. — Dann erfahren die von *Sachs* l. c. mitgetheilten Versuche mit Rhizomen verschiedener Aloineen eine abweichende Deutung, auch wird die Hypothese, es gäbe zweierlei Säfte in der Pflanze, von denen der eine aufwärts, der andere abwärts steige, als mit verschiedenen Thatsachen unvereinbar zurückgewiesen. *C. K.*

***J. Wiesner.* Die heliotropischen Erscheinungen im Pflanzenreiche.** II. Theil. Denkschriften der math.-naturw. Classe der k. Akademie der Wissenschaften. XLIII. Wien 1880. 92 S.

Dieser zweite Theil, über dessen wesentlichsten Inhalt wir bereits (pag. 298 des III. Bandes dieser Zeitschrift) nach der vorläufigen Mittheilung des Verfassers referirt haben, ist die unmittelbare Fortsetzung des ersten Theils (Bd. II, pag. 390 dieser Zeitschrift).

Sechstes Kapitel. ***Die während des Heliotropismus stattfindenden Erscheinungen des Längenwachsthums.***

Nachdem bereits im ersten Theil verschiedene, den positiven Heliotropismus als Wachsthumserscheinung charakterisirende Momente hervorgehoben wurden, soll dies Kapitel neue experimentelle Belege hiefür beibringen und die bezeichnete Auffassung auch auf den negativen Heliotropismus ausdehnen.

I. Turgor und Gewebespannung heliotropisch gekrümmter Pflanzentheile.

Die betreffenden Pflanzentheile wurden in 15procentige Kochsalzlösung gelegt und hiedurch des Turgors beraubt. Nach *de Vries* sollen sich so behandelte Pflanzentheile gerade strecken, wenn die Lichtkrümmung eben erst im Anfange stand. Nach Verfasser ist aber hier zu unterscheiden zwischen heliotropisch in hohem Grade und in sehr geringem Grade empfindlichen Theilen einerseits und solchen von mittlerer heliotropischer Empfindlichkeit anderseits. Sehr empfindliche Organe ändern die einmal angenommene heliotropische Krümmung in Salzlösungen nicht. Es beruht dies darauf, „daß die Turgorausdehnung in den Zellen der Schattenhälfte der Stengel keine rein elastische, sondern eine vorwiegend ductile ist, welche selbstverständlich durch Plasmolyse der Hauptsache nach nicht mehr rückgängig zu machen ist". Auch heliotropisch sehr wenig empfindliche Pflanzentheile, plasmolysirt, verändern ihre Krümmung nicht. „Es erfolgt bei diesen die Krümmung im Lichte so schwach und so langsam, daß in der durch den Turgor passiv gedehnten Wand die Dehnung und damit auch die Krümmung des Organs sofort durch Intussusception fixirt erscheinen muß." — Pflanzen mittlerer heliotropischer Empfindlichkeit verhalten sich verschieden: dünnstengelige strecken sich gerade, dickstengelige krümmen sich noch stärker. Die letzteren Stengel sind solche, deren Lichthälfte elastischer ist als die Schattenhälfte und sich bei Längsspaltung des Stengels in eine Licht- und Schattenhälfte zusammenzieht und noch stärker krümmt, während die Schattenhälfte, welche stärker wachsend die Lichthälfte elastisch gedehnt hatte, hiebei eine Abschwächung der Krümmung erfährt. In den gebeugten Zonen solcher Stengel findet eine starke Gewebespannung statt, weil die Elasticität der Zellwände im Parenchym von der Licht- zur Schattenseite abnimmt, hingegen die Ductilität zunimmt; hebt man den Turgor auf, so zieht sich die stärker elastisch gespannte Lichtseite auch stärker zusammen. Bei heliotropisch sehr empfindlichen Pflanzentheilen kann die Gewebespannung in den gebeugten Zonen nur eine schwache sein. Je rascher der Turgor in den Zellen der Schattenseite im Vergleiche zu jenem der Lichtseite steigt, je ductiler die Zellen der Schattenseite bleiben, je weniger die beleuchteten Zellhäute an Elasticität gewinnen, desto größer wird die heliotropische Empfindlichkeit eines Organs werden.

II. Aufsuchung der Zonen stärkster heliotropischer Krümmungsfähigkeit an positiv heliotropischen Stengeln.

Bei Stengeln mittlerer heliotropischer Empfindlichkeit fällt die Zone des stärksten Wachsthums mit der der Krümmung zusammen, bei empfindlicheren liegt diese Zone gewöhnlich etwas oberhalb der Zone des stärksten Wachsthums, manchmal unterhalb derselben. „In vielen Fällen, namentlich bei heliotropisch sehr empfindlichen Pflanzentheilen, liegen die günstigsten Verhältnisse für das Zustandekommen des Heliotropismus nicht in der am stärksten wachsenden Region desselben, und es erklärt sich diese Erscheinung recht wohl, wenn man bedenkt, daß der Turgor der Zellen ein Hinderniß für den Eintritt des Heliotropismus bedeutet, welches durch das Licht erst überwunden werden muß.“

III. Heliotropische Empfindlichkeit etiolirter und verschieden lange gleichmäßig beleuchteter Stengel.

„Der herrschenden Ansicht zufolge zeigt jedes wachsende Organ im etiolirten Zustande die größte heliotropische Empfindlichkeit . . . Die Beobachter stützen sich hiebei auf den Vergleich völlig etiolirter und völlig normal entwickelter wachsthumsfähiger Stengel, und auf dieses Material paßt auch die Aussage vollkommen.“ Dagegen sind die Ergebnisse anders, wenn man etiolirte Stengel mit solchen vergleicht, welche in schwächerem Lichte gewesen waren. Hier geht aus den Beobachtungen hervor, „daß wachsthumsfähige, völlig etiolirte Organe von großer oder mittlerer heliotropischer Empfindlichkeit durch schwache, allseitige Beleuchtung heliotropisch empfindlicher werden, was zweifellos auf einer schwachen allseitigen Herabsetzung des Turgors beruht, wahrscheinlich aber auch nebenher dadurch unterstützt wird, daß die früher schwach beleuchtet gewesenen Pflanzentheile die heliotropisch wirksamen Strahlen stärker als die völlig etiolirten absorbiren“.

IV. Kommt auch der negative Heliotropismus durch Unterschiede im Längenwachsthum der sich krümmenden Organe zu Stande?

Das hypocotyle Glied von Viscum wächst nur im Lichte; sobald es aber wächst, stellt sich auch der negative Heliotropismus ein. Die Wurzeln von Hartwegia sind nur so lange negativ heliotropisch, als sie wachsen. In anderen Fällen wurde noch eine Längenzunahme während der heliotropischen Krümmung nachgewiesen. Auch der negative Heliotropismus muß als eine Wachsthumserscheinung aufgefaßt werden.

V. Relation zwischen Brechbarkeit des Lichts, Längenwachsthum und Heliotropismus.

„Es wurde (im I. Theil) nachgewiesen, daß die heliotropische Kraft des Lichts von Grün bis Ultraviolett und von Orange bis Ultraroth steigt, gegen Ultraviolett weitaus stärker als gegen Ultraroth zu, und daß im Gelb sich keine heliotropische Wirksamkeit constatiren läßt. Da der Heliotropismus auf Längenwachsthum beruht, so wäre von vornherein anzunehmen, daß die Hemmung des Längenwachsthums der heliotropischen Kraft des Lichts proportional sein müsse.“ In der That ergaben die Versuche, daß die Lichtfarbe in dem Maße, als sie positiven Heliotropismus hervorruft, das Längenwachsthum hemmt. — Eigenthümlich scheint, daß gelbes Licht zwar das Wachsthum hemmt, aber keinen Heliotropismus hervorruft. Verfasser erklärt diesen Widerspruch damit, daß gelbes Licht an sich schon zur Hemmung des Wachsthums sehr große Inten-

sität besitzen muß. Bei so intensivem Lichte ist aber auch die Hinterseite eines Stengels, welchen das gelbe Licht einseitig trifft, bereits sehr stark beleuchtet; der Lichtunterschied ist in Folge der starken Durchleuchtung des Organs so gering, daß die Pflanze nicht mehr auf diese Lichtdifferenzen reagirt, vielmehr Licht- und Schattenseite im Längenwachsthum gleich stark verzögert werden. An sich aber könnte auch gelbes Licht heliotropische Krümmung hervorrufen, und es müßte dies eintreten in Stengeln von genügender Dicke.

VI. Relation zwischen Lichtintensität, Heliotropismus und Längenwachsthum.

„Schon im ersten Theile ist nachgewiesen worden, daß von einer bestimmten Lichtintensität an die heliotropischen Effekte bei abnehmender Lichtstärke successive bis zu einem bestimmten Maximum wachsen und continuirlich abnehmend, endlich auf den Werth Null sinken.“ Bezüglich des Einflusses der Intensität des Lichts auf das Längenwachsthum ergaben die Versuche folgende Resultate: 1) Bei sinkender Lichtstärke nimmt, wenn beim Maximum der Intensität starker Heliotropismus eingeleitet wird, der Zuwachs der Internodien continuirlich zu. 2) Ist aber die maximale, im Versuche wirksame Lichtstärke zu groß, um deutlichen Heliotropismus hervorzurufen, so steigen mit successive abnehmender Helligkeit die Zuwachse bis zu einer bestimmten Grenze, fallen auf ein Minimum und von hier an erfolgt erst wieder eine continuirliche Zunahme der Länge des Internodiums. Der erste Satz erklärt sich nach den früheren Untersuchungen. Zur Erklärung des zweiten Satzes wird angenommen, daß die Stengel dem Lichte gegenüber sich verschieden verhaltende Elemente enthalten: die parenchymatischen Elemente, welche den positiven Heliotropismus bedingen, werden durch das Licht im Wachsthum gehemmt, gewisse Elemente der Gefäßbündel dagegen begünstigt. Da aber das Wachsthum dieser negativ heliotropischen Elemente nur bis zu einer gewissen Grenze mit der Zunahme der Lichtintensität sich steigere, so sei es völlig begreiflich: 1) „daß eine Lichtintensität existirt, bei welcher alle Elemente des wachsenden Stengels in ihrer Längenentwickelung gehemmt sind (großes Minimum des Längenwachsthums); 2) daß eine andere geringere Lichtstärke existiren muß, bei welcher die, eine höhere Lichtempfindlichkeit besitzenden Parenchymzellen im Wachsthum eine Hemmung erfahren, während die sich entgegengesetzt verhaltenden Gefäßbündelelemente hiebei gefördert werden (kleines Minimum); und 3) daß eine andere noch geringere Lichtstärke existiren muß, bei welcher die Gefäßbündelelemente sich passiv verhalten, die Parenchymzellen desgleichen, oder doch nur wenig zu wachsen befähigt sind (kleines Minimum). Von dieser Lichtintensität an steigt das Längenwachsthum bis zu einer Grenze, jenseits welcher die Elemente nicht mehr auf das Licht reagiren in dem Maße als die Lichtstärke abnimmt (großes Maximum)“.

VII. Längenwachsthum positiv und negativ heliotropischer Organe im Lichte und im Finstern.

„Nach allen bisherigen Beobachtungen zeigen positiv heliotropische Organe im Finstern eine Ueberverlängerung, also ein gesteigertes Längenwachsthum, hingegen liegen bezüglich des Verhaltens der negativ heliotropischen Organe im Finstern nur spärliche oder nicht völlig harmonirende Aussagen vor.“ Das nega-

tiv heliotropische hypocotyle Glied von Viscum wächst im Finstern gar nicht, andere negativ heliotropische Organe (Luftwurzeln von Hartwegia, Wurzeln von Sinapis alba, Trifolium pratense, Pisum sativum, Vicia faba) wachsen im Finstern eben so stark oder stärker als im Lichte.

VIII. Versuch einer mechanischen Erklärung des Heliotropismus.

„Bei einseitiger Beleuchtung des krümmungsfähigen Organs geht in Folge Einwirkung der Lichtstrahlen die Ductilität der Gewebe an der Lichtseite rascher verloren als an der Schattenseite, durch weitere Lichtwirkung wird die Dehnbarkeit der beleuchteten Gewebe überhaupt im Vergleiche zu jener der dem Schattentheile angehörigen herabgesetzt. Durch diese Zustände der Zellmembranen wird der Heliotropismus in den betreffenden Organen vorbereitet; vollzogen wird er durch Steigerung des Turgors. Schon eine gleichmäßige Steigerung des letzteren im ganzen Organe müßte zum Heliotropismus führen. Thatsächlich stellt sich aber der Turgor im Schattentheile des Organes höher als im Lichttheile, wodurch begreiflicher Weise der heliotropische Effekt eine Steigerung erfahren muß. Die Turgordifferenz hat ihren Grund in einer Herabsetzung des Turgors in der Lichtseite des Organs. Ist die Turgordehnung in der Lichtseite des Organs eine elastische, in der Schattenhälfte eine ductile, oder sind die Gewebe der ersteren elastischer als die der letzteren, so tritt der Heliotropismus anfänglich nicht in Form einer Krümmung des Organs hervor, sondern führt blos zur Gewebespannung: die Lichthälfte wird durch die Schattenhälfte passiv gedehnt. — Die durch Turgorausdehnung erzielte Krümmung wird später durch Intussusception festgehalten. — Diese für vielzellige Organe festgestellten Thatsachen lassen annehmen, daß auch für einzellige, der heliotropischen Krümmung fähige Organe, mutatis mutandis, die gleiche Art des Zustandekommens der Beugung zum Lichte statthabe."

Dies gilt für den positiven Heliotropismus. Für den negativen nimmt Verf. an, daß negativ heliotropische Organe negativ heliotropische Zellen enthalten oder aus solchen bestehen, die sich von den positiv heliotropischen dadurch unterscheiden, daß ihre Membranen unter dem Einfluß des Lichts an Dehnsamkeit zunehmen; steigere sich in solchen Organen der Turgor, so müßte negativer Heliotropismus eintreten.

IX. Begrenzung des Begriffs Heliotropismus.

„Bis in die jüngste Zeit wurden die Grenzen des Begriffs Heliotropismus sehr weit gezogen, indem man sich mehr an das Aeußere der Erscheinung hielt und so ziemlich alle Bewegungen von Pflanzenorganen oder Pflanzen zum Lichte hin oder von diesem weg in diese Kategorie brachte. So wurde außer den durch das Licht verursachten Krümmungen der Pflanzentheile hieher auch die Lichtscheue der Myxomyceten-Plasmodien, die Lichtwärtsbewegung der Schwärmsporen, Chlorophyllkörner, des Protoplasmas u. s. w. gerechnet. Hält man sich weniger an das blos Aeußere der Erscheinung, sondern vielmehr an die Art des Zustandekommens der Orientirung gegen das Licht, so gewinnt man jedenfalls für diese Erscheinungen schärfere Begriffsabgrenzungen. Und von diesem Gesichtspunkt aus ergibt sich für die in dieser Abhandlung vorgeführten Phänomene das Gesetz, daß, wie auch immer die Orientirung des Organs zum Lichte ausfällt, sie vom Lichte vollzogen wird und als eine Erscheinung des Längenwachsthums sich manifestirt. Dem entsprechend wäre der Begriff des Heliotropismus auf das Schärfste präcisirt."

Siebentes Kapitel. ***Versuche über den Eintritt des Heliotropismus bei intermittirender Beleuchtung.***

Ein bei constanter Beleuchtung sich krümmender Pflanzentheil empfängt einen weiter nicht wirksamen Lichtüberschuß. Es ist nach erfolgter Induction, d. h. in einem Zustande, in welchem ein vorher einseitig beleuchtet gewesener Pflanzentheil die Fähigkeit erlangt hat, sich auch im Finstern zu krümmen, für das Zustandekommen der heliotropischen Bewegung ganz gleichgiltig, ob der betreffende Pflanzentheil im Lichte oder im Finstern sich befindet. Die Versuche liefern zunächst einen erneuten Beweis für die Existenz der photomechanischen Induction beim Zustandekommen der heliotropischen Bewegungen. Durch die gewonnenen Zahlen erscheint ferner die durchschnittliche kleinste Lichtzeit zur Hervorrufung der Induction festgestellt. Dieselbe beträgt bei Kresse und Saatwicke, wenn die aufeinanderfolgenden Lichtimpulse je eine Sekunde anwähren, ein Drittel der Inductionszeit. (Vergl. auch das Referat über die vorläufige Mittheilung.)

Dritter Abschnitt. Heliotropismus der Organe. Biologische Bedeutung desselben.

Verfasser beschreibt in diesem Abschnitte seine Beobachtungen über das Auftreten des Heliotropismus an den Pflanzenorganen und versucht die den heliotropischen Lagen derselben zukommenden biologischen Aufgaben darzulegen. Es handelt sich aber nicht nur um die rein heliotropischen Verhältnisse, sondern um die Auffindung und Deutung der unter normalen Vegetationsbedingungen sich einstellenden Lichtlagen der Pflanzentheile, bei deren Erreichung auch Schwerkraft und andere Ursachen mitwirken.

Leider macht es uns der große Umfang dieses biologischen Abschnitts (pag. 27—90), sowie der Umstand, daß der Werth desselben der Natur der Sache nach in der Specialbeschreibung einer ungemeinen Fülle von Detailbeobachtungen beruht, unmöglich, über diesen Theil in einer solchen Weise zu referiren, wie wir dies als für Gewinnung der erforderlichen Einsicht von Seite des Lesers unentbehrlich erachten. Wir wären genöthigt, es bei einer einfachen Aufzählung bewenden zu lassen, der wir keinen Werth für den Leser zuschreiben können. Wir müssen deshalb den Interessenten auf die Schrift selbst verweisen, wobei wir noch hervorheben, daß in Punkt 9 bis 14 des Referats über die vorläufige Mittheilung dieses zweiten Theils der Monographie die einschlägigen allgemeineren Gesichtspunkte enthalten sind. *C. K.*

C. Kraus. **Untersuchungen zum Heliotropismus von Hedera, besonders bei verschiedenen Lichtintensitäten.** Flora 1880. Nr. 31—33. Mit einer Tafel.

Anknüpfend an frühere Mittheilungen liefert diese Arbeit zunächst für Hedera den experimentellen Beweis, daß das Verhalten der Sprosse dieser Pflanze zum Lichte nicht von den angeborenen specifischen Fähigkeiten allein abhänge, sondern auch eine Folge der Bedingungen ist, unter welchen diese Sprosse heranwachsen. Wie nebenher aus einigen Versuchen erschlossen wird, gilt das Nämliche auch für das geotropische Verhalten.

Der Epheu ist eine Schattenpflanze und gegen stärkeres Licht außerordent-

lich empfindlich. Während er im Schatten üppig gedeiht und schöne Belaubung bildet, verkrüppelt er im Lichte zu einem gedrungenen, frühzeitig blühenden Busche, an dessen Zweigen die Neigung zum Klettern und die Ausbildung einer Licht- und Schattenseite unterbleibt, ja es verlieren die Sprosse sogar ihre Wachsthumsfähigkeit nachhaltig, wie sich auch beim nachherigen Aufenthalt im schwächeren Lichte noch wochenlang bemerklich macht. Hier bewirkt demnach starkes Licht ähnliche Folgen, wie sich solche nach den Untersuchungen *Wollny*'s bei Samen, nach Untersuchungen des Verfassers bei Knollen durch Wasserentziehung an den aus diesen Gebilden erwachsenden Trieben in Verminderung ihrer Wachsthumsfähigkeit zu erkennen geben.

Die verschiedenen Varietäten des Epheus, von denen drei zu den Versuchen verwendet wurden, verhalten sich abweichend, namentlich gilt dies für eine zartblättrige, raschwüchsige Form. Alle mit dieser angestellten Versuche ergaben energischen positiven Heliotropismus der Gipfel. Es führte aber dieser positive Heliotropismus nicht etwa dauernde und zunehmende Krümmung zum Lichte herbei, vielmehr bleiben die Sprosse vertikal aufwärtswachsend gerade, weil sich die Lichtkrümmungen rasch wieder ausgleichen. Den Schwankungen der Lichtstärke über Tag entsprechend zeigen die Gipfel im Laufe eines Tages pendelartige Hin- und Herbewegungen, indem sie sich im Allgemeinen gegen Abend zu mehr und mehr vom Lichte entfernen, um sich am nächsten Morgen wieder gegen dasselbe zu krümmen. Die älteren Stengeltheile sind gegen Licht indifferent.

Die beiden anderen Varietäten wachsen vom stärkeren Lichte weg, z. B. vom Fenster weg horizontal gegen das Innere des Zimmers. Ihre horizontale Richtung ist das Product des negativen Heliotropismus und negativen Geotropismus. Die jüngeren Internodien sind aber positiv heliotropisch, erst wenn sie älter werden, krümmen sie sich vom Lichte weg. Bei im schwächeren Lichte wachsenden Sprossen wird die positiv heliotropische Gipfelregion viel länger und deutlicher erkennbar. Im starken Lichte rückt die negative Region dem Gipfel immer näher, weil die zur Wegkrümmung vom Lichte führenden inneren Veränderungen der Internodien schon in um so jugendlicherem Alter derselben eintreten, im extremen Falle kann die positive Region in dieser Weise selbst ganz verschwinden. Im Uebrigen krümmt sich die positive Region um so stärker zum Lichte, je kräftiger die Beleuchtung ist, so lange die erwähnten inneren Veränderungen noch nicht eingetreten sind. Im schwächeren Lichte erwachsende Internodien, in's stärkere Licht gebracht, krümmen sich energisch zum Lichte, selbst in einem Alter, in welchem die im stärkeren Lichte erwachsenden längst negativ heliotropisch sind. Aber auch im schwächeren Lichte wachsende Sprosse krümmen sich, selbst entgegen geotropischen Aufkrümmungen, zum stärkeren Lichte. Bei einem im schwächeren Lichte gewachsenen Sprosse, der vorher in der gewöhnlichen Weise vom Lichte weggewachsen war, hatte sich das heliotropische Verhalten so eigenthümlich verändert, daß er im stärkeren Lichte vertikal aufwärts wuchs, indem die Internodien an ihrer Basis sich vom Lichte wegkrümmten, während dafür ihr oberes Ende um den gleichen Betrag positiv heliotropisch gekrümmt blieb, wodurch eben die Gesammtrichtung des Sprosses vertikal blieb. Erst nach wochenlangem Aufenthalte im stärkeren Lichte kehrte das ursprüngliche Verhalten wieder, indem der Sproß vom Lichte wegwuchs. In anderen Fällen zeigten sich die Sprosse mit dem schmalen

Theile positiv, mit dem breiten negativ heliotropisch gekrümmt und zwar im nämlichen Internodium. Abgesehen vom heliotropischen Verhalten wurde auch die Querschnittsform der im schwächeren Lichte wachsenden Sprosse insofern anders, als sie sich aus dem Flachen dem Cylindrischen näherte. Im schwachen Lichte wachsende Sprosse werden so energisch negativ geotropisch, daß sie ihre Spitze vertikal in die Höhe stellen.

Hiernach besitzt der Epheu eine merkwürdige Accommodationsfähigkeit für verschiedene Lichtintensitäten. In Folge dessen erreicht er gerade jene Richtung, welche ihm die seiner specifischen Constitution günstigste Lichtstärke liefert. Die **primäre** Ursache des besonderen Verhaltens des Epheus scheint in seiner specifisch großen Lichtempfindlichkeit zu beruhen, in Folge deren bei zu starker Beleuchtung solche innere Veränderungen in seinen Sprossen stattfinden, welche zur Erreichung der Regionen geeignetster Lichtintensität führen. Dies wäre unmöglich, wenn sich sein heliotropisches Verhalten nicht richten würde nach den Umständen, unter welchen seine Sprosse heranwachsen. *C. K.*

A. Famintzin. **Die Intensität des Lichtes und die Kohlensäurezerlegung durch die Pflanzen.** Mélanges biologiques tirés du Bulletin de l'Acad. impériale des sciences St. Pétersbourg. T. X. Mai — Juni 1880 und „Der Naturforscher“ 1880. Nr. 45, p. 429.

Die Abhängigkeit der Kohlensäurezersetzung in den Pflanzen von der Intensität des Lichtes ist bisher noch wenig studirt worden. Die von *Wolkoff* und *Prianischnikoff* angestellten Untersuchungen hatten zu sich widersprechenden Resultaten geführt, was dem Verfasser Veranlassung gab, den Gegenstand nochmals einer experimentellen Prüfung zu unterziehen. Er fand dabei, daß einerseits im geschwächten Sonnenlichte eine ebenso große, manchmal sogar eine energischere Kohlensäurezerlegung stattfinde, als im directen Sonnenlichte, andererseits aber auch im künstlichen Lichte, einer ungefähr 50 Kerzen gleichen Gasflamme, eine bedeutende Kohlensäurezerlegung durch Blätter verschiedener Pflanzen stattfinde.

Die Versuche im Sonnenlicht wurden theils in einem Gemisch von Kohlensäure und Luft, theils in kohlensäurehaltigem Wasser vorgenommen. Zu ersteren wurden Blattfiedern von Chamædorea elatior verwendet, welche in Glasröhren mit dem Gasgemisch eingeschlossen und entweder direct dem Sonnenlichte exponirt oder mit 1, 2 oder 4 Lagen Papyrospapier umwickelt wurden. Zur Vermeidung starker Erwärmung wurden die Strahlen, welche die freien oder umwickelten Cylinder trafen, durch eine stets gleiche Wasserschicht geschickt. Nach einer bestimmten Reihe von Stunden wurden die Kohlensäuremengen bestimmt, welche die Versuchsobjecte zerlegt hatten.

Aus den in Tabellen angeführten Zahlenwerthen ist zu ersehen, daß in keinem der vergleichenden Versuche, mit Ausnahme eines an einem trüben Tage angestellten, hinter einem Papyrospapier weniger Sauerstoff, als in der direct beschienenen gebildet wurde; an einem Tage wurden in beiden Röhren gleiche Sauerstoffmengen gefunden, an drei anderen hingegen in den durch ein Blatt Papier beschatteten Röhren mehr Sauerstoff erhalten. Sogar in den mit 2 Lagen Papier umwickelten Röhren sind gleiche Mengen Sauerstoff erzeugt; nur in den mit 4 Lagen beschatteten ist constant eine schwächere Kohlensäurezerlegung zu Stande gekommen.

Daß die geringen Temperatur-Differenzen in den verschiedenen Röhren keinen Einfluß auf die Energie der Kohlensäurezerlegung haben konnten, beweisen Versuche von *Prianischnikoff*, welche Verfasser mittheilt. Durch diese ist der Nachweis geführt, daß in den, in's directe Sonnenlicht gestellten Röhren, welche gleiche Blattstücke von Typha latifolia in gleichen Gemischen von Luft und Kohlensäure enthielten, ungeachtet der absichtlich constant erhaltenen Temperatur-Differenz von 10° bis 20° gleiche Mengen von Kohlensäure zerlegt wurden (?).

Die Existenz eines Optimums der Lichtintensität für die Kohlensäurezerlegung durch die Pflanzen wird weiter bestätigt durch die Beobachtungen von *Boussingault* an Nerium Oleander, das im directen Sonnenlicht und im Schatten ganz gleich große Sauerstoffmengen entwickelte. Es muß aber die Möglichkeit zugegeben werden, daß es Pflanzen geben könne und wahrscheinlich auch giebt, bei denen das zum chlorophyllhaltigen Gewebe gelangende Licht durch die stark entwickelte Epidermis oder andere Anpassungen derart geschwächt wird, daß beim hellsten Sonnenlichte das Optimum noch nicht erreicht werde. Diese Möglichkeit erklärt es, warum *Boussingault* bei anderen Pflanzen mehr oder weniger bedeutende Differenzen zwischen der Kohlensäurezerlegung im Sonnenlicht und im Schatten beobachtete.

Für die Existenz des Optimums sprechen ebenso entschieden die Versuche, welche Verfasser in kohlensäurehaltigem Wasser an Bambusa arundinacea, Elodea canadensis, Chamædorea graminifolia ausgeführt, die sämmtlich in den mit Papier umwickelten Röhren gleiche oder selbst größere Mengen gebildeten Sauerstoffs ergaben. Hingegen wurde bei Calamagrostis-Blättern in den mit einem Blatt Papier umwickelten Röhren geringere Kohlensäurezerlegung gefunden, als in den direkt exponirten, so daß das Optimum nicht erreicht worden zu sein schien.

Im vollen Einklang mit der Existenz eines Optimums der Lichtintensität für die Kohlensäurezerlegung steht die Thatsache, daß eine Gasflamme von der Intensität 50 Kerzen sowohl in Gemischen von Luft und Kohlensäure wie in kohlensäurehaltigem Wasser bedeutende Zerlegung der Kohlensäure veranlaßt hat. Die Versuche wurden in Luft an Chamædorea elatior und in Wasser an Bambusa arundinacea und Chamædorea graminifolia angestellt und ergaben Sauerstoffmengen, welche mit den in directem Sonnenlicht abgeschiedenen wohl vergleichbar waren.

Aus seinen Beobachtungen und der Discussion der Resultate zieht Verfasser folgende Schlüsse:

1. „Es giebt für eine ganze Reihe von Pflanzen ein Optimum der Lichtintensität in Bezug auf die Kohlensäurezerlegung. Beim Uebersteigen dieses Optimums wird durch den Zuwachs der Lichtintensität keine größere Menge Kohlensäure zersetzt; in mehreren Fällen wird sogar eine geringere Sauerstoffausscheidung zu Stande gebracht.
2. Die 50 Kerzen gleiche Gasflamme ist im Stande, wenn man nur dafür Sorge trägt, ihre dunklen Wärmestrahlen abzuhalten, eine ganz bedeutende Kohlensäurezersetzung durch die Pflanzen zu bewirken. Wie die zusammengebrachten Data beweisen, wird dabei im Mittel nur ungefähr eine um das dreifache geringere Menge der Kohlensäure zersetzt; welches Resultat voll-

kommen mit der Existenz eines Optimums der Lichtintensität in Bezug auf die Kohlensäurezersetzung stimmt.

3. Die Existenz des Optimums der Lichtintensität für die Sauerstoffausscheidung ist aller Wahrscheinlichkeit nach in den bekannten, im direkten Sonnenlicht vorgehenden Orts- und Formveränderungen der Chlorophyllkörner auf's innigste verküpft.
4. Endlich ist die Nachweisung dieses Optimums für genaue Versuche über den Einfluß verschiedener Strahlengattungen auf die Kohlensäurezersetzung von großer Bedeutung und erklärt theilweise die jetzt vorhandenen, sich widersprechenden Resultate."

***O. Comes.* Das Licht und die Transspiration bei den Pflanzen.** (La luce e la traspirazione nelle piante.) Atti della R. Accademia dei Lincei. Ser. III, Vol. VII. 1880 und Botanisches Centralblatt von *O. Uhlworm*. 1880. Nr. 31. pag. 933—936.

Die umfangreiche Abhandlung[1]) giebt zunächst eine vollständige Uebersicht über die bis jetzt publicirten Arbeiten, welche dasselbe Gebiet behandeln. Zumal die Untersuchungen von *Sachs* und *Wiesner* werden einer genauen Besprechung unterzogen. Verfasser hat bereits, ehe er die Abhandlung *Wiesner*'s gelesen hatte, ähnliche Untersuchungen angestellt, welche er bereits im Jahre 1878 veröffentlichte. Er fand, daß die Menge der Wasserabgabe sich in demselben Maße vermehrt, als die Temperatur und die Trockenheit der Atmosphäre zunehmen; ferner, daß das natürliche Licht einen augenscheinlichen Einfluß auf das Phänomen der Transspiration hat, und daß die am meisten brechbaren Strahlen diejenigen sind, welche jene Function am hervorragendsten begünstigen. Dieses stimmt zu *Wiesner*'s Resultaten, widerspricht denen *Dehérain*'s (Ann. sc. nat. Sér. V. T. XII. 1869).

Die im Vorliegenden mitgetheilten Resultate wurden an gesunden Pflanzen gemacht, welche in kleinen Blumentöpfen wuchsen; über den Rand der letzteren wurde eine aus 2 Hälften bestehende, in der Mitte perforirte Glasplatte gelegt, um so die Wasserverdunstung aus der Erde zu verhindern. Bei den so vorgerichteten Pflanzen sollte untersucht werden: a) der Einfluß des natürlichen Lichtes, b) der Einfluß der Lichtstrahlen verschiedener Brechbarkeit auf die grüngefärbten transspirirenden Organe. Zu letzterem Zweck wurden die Versuchspflanzen in einen geräumigen Zinkkasten gestellt, dessen vordere Seite durch zwei in geringem Abstande von einander angebrachte Glasplatten gebildet war; zwischen beide Glasplatten konnte eine Flüssigkeit von gelber, blauer u. s. w. Farbe gegossen werden. Im Experimentirkasten wurde auch ein Thermo-Hygrometer angebracht. Die Bestimmung des Wasserverlustes seitens der Pflanze während der Exposition geschah vermittelst einer chemischen Waage. Es wurde sorgfältig vermieden, die Pflanze während des Versuchs zu rütteln.

a) Wirkung des diffusen Lichtes. Die vordere Seite des Kastens wurde mit einer vollständig farblosen Glasscheibe versehen und die Vorrichtung mit den

[1]) Vergl. das Referat über die vorläufige Mittheilung des Verf. Diese Zeitschrift. 1880. Bd. III. p. 301.

Pflanzen abwechselnd dem Lichte und der Dunkelheit ausgesetzt. Es ergab sich, daß der Transspirationsverlust bei Beleuchtung größer war als im Dunkeln.

b) Wirkung von Strahlen verschiedener Brechbarkeit. Um gelbes und blaues Licht zu erzeugen, wurden die für diesen Zweck schon häufig verwandten Substanzen, Kaliumbichromat und Kupferoxydammoniak in Lösung benutzt. Als Lichtquelle wurde wie oben diffuses Tageslicht benutzt. Es zeigte sich nun, daß die Versuchspflanzen im blauen Lichte immer stärker transspirirten als im gelben.

In derselben Weise untersuchte Verfasser auch die Transspirationsdifferenz im grünen (Chlorophylllösung) und gelben (Kaliumbichromat) Lichte; das Plus zeigte sich bei Beleuchtung mit letzterem. — Er gelangt schließlich zu der Folgerung, daß der Proceß der Wasserevaporation, wie er in der Pflanze statt hat, beeinflußt ist von physikalischen Agentien, welche auch die Verdunstung des Wassers außerhalb der Pflanze bedingen, daß er aber modificirt wird durch die besondere Beschaffenheit der transspirirenden Gewebe, zumal der Cuticula und anderer Oberhautbildungen. Die Zahl, die Größe, die Vertheilung der Intercellularräume und ihre Communication mit den Spaltöffnungen, endlich der Bau der Zellwände selbst sind von bedeutendem Einfluß auf die Transspiration. Auch gefärbte Stoffe im Zellinnern begünstigen den Transspirationsproceß gewöhnlich, weil sie befähigt sind, einen Theil der Lichtstrahlen, welche sie treffen, zu absorbiren. Man weiß jetzt, daß das absorbirte Licht sich in Wärme umsetzt und diese ist von Einfluß auf die Intensität der physiologischen Processe, in diesem Falle durch Tensionsvergrößerung des im Zellinnern enthaltenen Wasserdampfes.

Verfasser stellt zum Schluß folgende vier Sätze über die Transspiration der Pflanzen auf, welche wir in wörtlicher Uebersetzung hier wiedergeben: 1) „Die Emission des Wasserdampfes bei den Pflanzen ist nicht nur abhängig von der Wirkung der physikalischen Agentien, welche die gewöhnliche Verdunstung einer freien Wasserfläche beeinflussen, sondern sie erfährt auch den Einfluß des Lichtes: daher transspirirt — cæteris paribus — eine Pflanze mehr im Lichte als im Dunkeln. — 2. Die von dem Lichte auf die Transspiration der Pflanzen ausgeübte Wirkung wächst proportional seiner Intensität: daher erlangt — cæteris paribus — die Transspiration kurz nach Mittag ihr Maximum. — 3. Das Licht begünstigt die Transspiration nur durch denjenigen Theil, welcher von der färbenden Substanz des Organes absorbirt wird; daher transspirirt — cæteris paribus — dasjenige Organ mehr, welches intensiver gefärbt ist, und seine Transspiration ist in demjenigen Theile des Sonnenspectrums wirksamer, wo es mehr Licht absorbirt. — 4. Diejenigen Lichtstrahlen sind für die Transspiration eines gefärbten Organes allein günstig, welche von ihm selbst absorbirt sind, und nicht jene inactiven: daher wird — cæteris paribus — die Transspiration eines gefärbten Organes am geringsten sein unter dem Einflusse desjenigen Lichtes, dessen Farbe mit der des Organs zusammenfällt und am stärksten unter dem Einflusse des Lichtes der Complementärfarbe.

K. Mikosch und *A. Stöhr.* **Untersuchungen über den Einfluß des**

Lichts auf die Chlorophyllbildung bei intermittirender Beleuchtung. Arbeiten des pflanzenphysiol. Instituts der k. k. Wiener Universität. Sitzungsbericht der k. Akademie der Wissenschaft. Bd. LXXXII. I. Abth. Juliheft. 10 S.

„Es war Ziel und Zweck unserer Beobachtungen, festzustellen, ob für die Entstehung des Chlorophylls im Lichte der Zeitpunkt, in welchem die erste Chlorophyllspur spectroskopisch sichtbar wird, von der Beleuchtungsdauer unabhängig ist, die Chlorophyllbildung selbst aber durch eine gewisse von der gesammten Zeit von Beginn der Beleuchtung bis zum Eintritte des Effects verschiedene Zeit der Beleuchtung bedingt wird, deren Minimum durch intermittirende Beleuchtung erreicht wird."

Versuche mit Keimlingen von Gerste, Hafer, Kresse, Rettig im Gaslicht und diffusen Tageslicht. — Die im Gaslichte wachsenden Gerste- und Haferkeimlinge ließen nach einer continuirlichen Beleuchtung von 5 Minuten die ersten Spuren der Chlorophyllbildung im alkoholischen Extracte der Primordialblätter spectroskopisch erkennen, noch nicht dagegen nach 2,5 Minuten. Wurden aber die 2,5 Minuten Lichtzeit dadurch auf 5 Minuten vertheilt, daß die Pflanzen abwechselnd eine Sekunde beleuchtet und verdunkelt wurden, so konnte im Extracte Chlorophyll nachgewiesen werden. Man muß sich daher vorstellen, daß zwischen Beleuchtung und Chlorophyllbildung eine gewisse Zeit verstreicht, daß also die Chlorophyllbildung ein Proceß photochemischer Induction ist. — Am Fenster wachsende Gerste war $6^{1}/_{2}$ Stunden diffusem Tageslichte ausgesetzt; daneben stehende Pflanzen wurden während dieser Zeit immer eine Sekunde verdunkelt. Beide Partieen ergrünten, die erstere etwas intensiver. Nun blieben die intermittirend beleuchteten Pflanzen der continuirlichen Beleuchtung überlassen, während die andere Partie verdunkelt wurde. Nach $1^{1}/_{4}$ Stunden waren die ersten ebenso grün wie die letzteren, sie hatten dazu nur $3^{1}/_{4} + 1^{1}/_{4} = 4^{1}/_{2}$ Stunden Lichtzeit nothwendig, während bei continuirlicher Beleuchtung $6^{1}/_{2}$ Stunden Lichtzeit gewirkt hatten. — Aus diesem und dem vorigen öfter wiederholten Versuche wird geschlossen, daß bei Entstehung des Chlorophylls in gleicher Weise wie bei dem Zustandekommen heliotropischer Krümmungen durch eine continuirliche Beleuchtung Licht im Ueberschusse geboten wird. — Die Versuche mit Kresse und Rettig ergaben weniger präcise Resultate. Endlich wurde ermittelt, daß bei Zerstörungen von Chlorophylllösungen im Lichte bei Gegenwart von Sauerstoff die photochemische Induction keine oder keine nachweisbare Rolle spielt. *C. K.*

***A. Batalin.* Ueber die Einwirkung des Lichtes auf die Bildung des rothen Pigmentes.** Acta Horti Petrop. VI. II. p. 279—286 und Botanisches Centralblatt von *O. Uhlworm.* 1880. Nr. 32. p. 966.

Die Versuche, die an keimenden Samen von Polygonum Fagopyrum var. angestellt sind, ergaben folgende Resultate: Volles weißes Licht ist zur Pigmentbildung nothwendig, zerlegtes unzureichend. Die Intensität der Färbung hängt von dem Grade der Beleuchtung ab. Zum Auftreten der Färbung, wenn auch in einem schwachen Grade, genügt ein geringes Lichtmaß, geringer als das zur Chlorophyllbereitung erforderliche, bei einer Minimaldauer der Einwirkung von 4—10 Stunden. Es tritt unter diesen Umständen auch eine nachträgliche Färbung solcher Keimlinge auf, die im Dunkeln wachsen; entzieht man diesen aber durchaus das Licht,

so gehen sie, ohne sich zu röthen, zu Grunde. Erhöhte Temperatur ist für die Pigmentbildung günstig. Das Chromogen ist in den Stammgebilden: Rhizomen, Knollen, Zwiebeln u. s. w. aufgespeichert. Mit dem zunehmenden Alter der Zellen erlischt ihre Fähigkeit, Pigment zu bilden.

A. Pauchon. **Ueber den Einfluß des Lichtes auf die Keimung.** (De l'influence de la lumière sur la germination.) Comptes rendus. T. XCI. 1880. p. 692 und Botanisches Centralblatt von *O. Uhlworm.*. 1880. Nr. 51. 52. p. 1610.

Auf Grund verschiedener Versuche fand Verfasser, daß die gewöhnliche Beobachtungsweise, welche auf äußeren Erscheinungen am keimenden Samen beruht, ganz unzureichend ist, so z. B. das Aufspringen der Samenschalen und das Hervortreten der Radicula. Verfasser bediente sich zur Bestimmung der Athmungsintensität eines eigens dazu construirten volumetrischen Apparates und kam auf folgende Schlußfolgerungen:

1. Das Licht beschleunigt immer die Sauerstoffaufnahme durch keimende Samen. Die Quantität des im Lichte verbrauchten Sauerstoffs ist um $^1/_3$ oder $^1/_4$ stärker als die in der Dunkelheit von den Samen aufgenommenen.

2. Es besteht ein Verhältniß zwischen dem Beleuchtungsgrade und der Menge des verbrauchten Sauerstoffs.

3. Es wurde eine mehrere Stunden dauernde Nachwirkung des Lichtes wahrgenommen. Ein Theil des absorbirten Tageslichtes wird von den Samen festgehalten und während der Nacht verbraucht.

4. Der Unterschied zwischen der Sauerstoffaufnahme im Lichte und in der Dunkelheit ist größer im Winter als im Sommer. Das Licht wirkt also mehr bei niedriger als bei hoher Temperatur.

H. M. K. Dehnecke. **Ueber nicht assimilirende Chlorophyllkörper.** Inaugural - Dissertation (Bonn). Cöln, 1880 und Botanisches Centralblatt von *O. Uhlworm.* 1880. Nr. 49. 50. p. 1537—1539.

Verfasser behandelt nach einer kurzen Einleitung gewisse Chlorophyllkörper, nach dem Orte ihres Vorkommens getrennt, und bespricht zuerst diejenigen der Stärkestraße.

Zur Untersuchung gelangten mehr als dreißig, sehr verschiedenen Familien angehörende Species, hauptsächlich Impatiens parviflora. Es zeigte sich dabei die Thatsache, daß auf Längsschnitten des Stengels die Chlorophyllkörper der Stärkestraße alle in der Mitte der Unterseite, oder alle in der einen oder alle in der anderen unteren Ecke lagen; auch in den aufgerichteten Blüthen und Blattstielen lagen dieselben immer in der Mitte der nach dem Erdboden zu gerichteten Seite. Die Vermuthung, daß die Ursache dieser Lagerung in der Schwerkraft zu suchen sei, wurde durch Versuche mit einem Rotationsapparat bestätigt. In einer halben Stunde drehte sich das benutzte Stengelglied in einer zum Erdboden senkrechten Ebene einmal um sich selbst. Die Chlorophylhaufen bewegten sich dabei in der vorausbestimmten Reihenfolge von der Mitte einer Wand zur Ecke, dann zur Mitte der anliegenden Wand u. s. f. Nach mehrfachen Umdrehungen platzten die Chlorophyllkörner, die Stärkekörner schlüpften aus ihren Hüllen heraus und lösten sich von innen nach außen fortschreitend auf. Die leeren zerstreuten Chlorophyllhüllen werden von der Schwerkraft nicht mehr beeinflußt. Während der Rotation folgt zuerst der Chlorophyllhaufen immer geschlossen der Schwer-

kraft, dann zertheilt sich derselbe und jedes Korn setzt für sich seinen Weg fort. Nach längstens 70 Stunden, meist aber viel früher, ist alle Stärke verschwunden. Verfasser bespricht dann weiter die Geschwindigkeit der erwähnten Bewegungen, das Verhalten des Protoplasmas bei diesen Vorgängen, die Auflösung der aus ihren Hüllen ausgetretenen Stärkekörner, welche vermuthlich durch ein aus dem Protoplasma sich bildendes Ferment geschehe, und die Wanderung der Stärke, bezüglich deren Verfasser zu der Ansicht sich neigt, daß in der Stärkestraße nicht die ganze Amyloïdmenge als Stärke auftritt, sondern theilweise als Zucker „durch alle Zellen hindurchgeht, und nur ein Theil von dem überfüllten Protoplasma als Stärke zeitweise in Chlorophyllkörpern ausgeschieden wird".

Verfasser untersuchte ferner das Rindenparenchym, das Mark, die stärkereichen Kotyledonen, die Blattstiele, Stengel, das Fruchtfleisch u. s. w. verschiedener Pflanzen, sowie endlich am Licht ergrünte Kartoffelknollen und fand an allen genannten Localitäten Chlorophyllkörper (resp. Etiolinkörper) mit Stärkeeinschlüssen (meist nur 1 oder 2 große Körner), von welch letzteren nach Lage der Sache angenommen werden muß, hauptsächlich wegen der Unwahrscheinlichkeit, daß Kohlensäure dahin gelangen kann, daß sie nicht durch Assimilation in dem Chlorophyll entstanden, sondern aus benachbarten Organen dahin transportirt worden sind.

Als Hauptresultate seiner Untersuchungen stellt Verfasser selbst folgende hin:

1. Die Chlorophyllkörper des Markes, der Holzzellen, der Stärkestraße, oft der äußeren Rinde, der stärkereichen Cotyledonen, der jungen Stengelorgane, oft der jungen Kelch- und Korollenblätter, der Fruchtblätter, der Integumente, der Placenten, des Fruchtfleisches, der Kartoffel assimiliren sehr wahrscheinlich nicht. — 2. Ihre eingeschlossene Stärke ist transitorische oder Reservestärke. — 3. Die Function dieser Chlorophyllkörper besteht darin, daß ihre Präexistenz das Auftreten der Stärke in diesen Geweben ermöglicht. — 4. Es gibt also an verschiedenen Orten der Pflanze Chlorophyllkörper von verschiedener Function, solche mit der Aufgabe des Assimilirens und andere mit der Function der Umwandlung löslicher Kohlehydrate in Stärke. Bisweilen kann auch ein und derselbe Körper bald die eine, bald die andere Function haben. — 5. Das Chlorophyll resp. Etiolin ist auch in den bisher bezweifelten Fällen stets das prius, die Stärke das posterius. — 6) Die Füllung der Chlorophyllkörper mit Stärke hat oft einen Einfluß auf die Vertheilung des Protoplasma in der Zelle, immer in der Stärkestraße.

***H. Kunisch.* Ueber die tödtliche Einwirkung niederer Temperaturen auf die Pflanzen.** Inaugural-Dissertation. Breslau 1880. 55 S.

Bekanntlich erklärte *Göppert* auf Grund seiner ausgedehnten Beobachtungen den Frosttod der Pflanzen als unmittelbare Folge der Kältewirkung selbst, während *Sachs* die Ursache in der Art des Aufthauens sucht. Verfasser wirft dieser letzteren Theorie ungenügende Begründung vor und stellt sich zur Aufgabe, den wirklichen Thatbestand so gut als möglich zu ermitteln.

A. *Ueber die tödtliche Einwirkung wenig über dem Eispunkt liegender Temperaturen auf die Pflanzen.*

a. Auf Pflanzen unseres Klimas.

Dieselben werden durch vorübergehende, nur wenige Grade über dem Nullpunkte liegende Temperaturen im Allgemeinen nicht merklich geschädigt. Dagegen wird im Herbste durch längeres Andauern der niedrigen Temperaturen bei unseren

Holzgewächsen die herbstliche Verfärbung der Blätter herbeigeführt und der herbstliche Laubfall eingeleitet oder begünstigt.

b. Auf Pflanzen südlicher Heimath.

Nach den Beobachtungen *Göppert's* u. A. erkranken dieselben und sterben oft in kurzer Zeit ab. Gegen diese Versuche wurden besonders von *Sachs* Einwendungen erhoben: möglicher Weise sei die Temperatur der Pflanze während des Versuchs durch Wärmestrahlung und Verdunstungskälte bis unter den Nullpunkt herabgedrückt worden, so daß ein Erfrieren im eigentlichen Sinne stattgefunden habe; oder es handelt sich um einen Tod durch Vertrocknung als Folge fortgesetzter Transspiration bei in dem erkälteten Boden sistirter Wurzelthätigkeit. Was den ersten Einwand betrifft, so steht dem gegenüber, daß die betreffenden Gewächse keine Erstarrung zeigten, und daß bei anderen Versuchen trotz Ausschluß der erwähnten physikalischen Vorgänge Absterben oberhalb des Nullpunkts eintrat. Wesentlicher ist der zweite Einwand, da sich in der That nicht in Abrede stellen läßt, daß gewisse Pflanzen bei wenig über 0° gelegenen Temperaturen und sonst gewöhnlichen Vegetationsverhältnissen durch Vertrocknung sterben könnten. Verfasser führte Versuche mit einer Coleus-Varietät aus, denen zufolge diese Pflanzen auch dann bei Temperaturen über 0° sterben, wenn Transspiration und Wärmestrahlung möglichst beschränkt sind, wenn also an einen Vertrocknungstod nicht gedacht werden kann.

B. ***Ueber die tödtliche Einwirkung der Temperaturen unter dem Nullpunkte auf die Pflanzen.***

a. Aeußere und innere Veränderungen der Pflanzen beim Gefrieren.

Dieser Abschnitt enthält eine Zusammenstellung des hierüber schon Bekannten. Für Nitella-Zellen zeigt Verfasser, daß sich innerhalb der Zellen kein Eis bildet, sondern das Wasser tritt aus der Zelle heraus, um hier zu Eis zu erstarren. Die Plasmaströme gefrierender Tradescantia-Haare zerfielen in krümelige Massen. Gefrorene Hyacinthenblätter lieferten alkoholische Chlorophyllextracte, welche spectroskopisch von dem Chlorophyllauszuge frischer Blätter verschieden waren.

b. Zustand der Pflanzen bei und nach dem Aufthauen.

Beschreibung des äußeren Ansehens aufgethauter Pflanzen. Die hiebei oft eintretende Erschlaffung läßt keinen Schluß zu auf Leben oder Tod des Pflanzentheils, weil sie außer vom Erlöschen der Lebensfunctionen auch von der Verdunstung im gefrorenen Zustande oder von der Ausbreitung des Schmelzwassers in den Interzellularräumen herrühren kann. Ebensowenig geben Durchsichtigwerden oder Farbenwandlung entscheidende Merkmale für Leben oder Tod ab, es läßt sich dies vielmehr erst durch Beobachtung des weiteren Verhaltens der Pflanzen entscheiden. — Die inneren Veränderungen aufgethauter Pflanzen in Bezug auf Verdunstungsgröße, osmotisches Verhalten u. s. w. sind ohnehin durch frühere Arbeiten bekannt.

c. Wann und unter welchen Umständen verursacht die Kälte den Tod der Pflanze?

1. „Daß das Absterben der Pflanzen in der That schon während des Gefrierens eintritt, entnehmen wir aus dem Verhalten derjenigen Orchideen, welche ihren Tod stets in augenfälliger Weise durch die Annahme einer blauen Färbung indiziren“ (Beobachtungen *Göppert's*, welche Verfasser bestätigt).

2. Gewisse Pflanzen scheinen in der im Freien herrschenden Kälte nie zu erliegen. (Viscum, Galanthus, Bellis perennis, Lichenen u. s. w.)

3. Jedoch giebt es Pflanzen, die durch das Gefrieren immer getödtet werden z. B. die Kartoffel.

4. Die Intensität der Kälte steht im Allgemeinen im geraden Verhältnisse zu dem durch sie in der Pflanzenwelt veranlassten Schaden.

5. Die Dauer der Kälte scheint ohne Belang zu sein, wenn die Verdunstung während derselben möglichst vermieden wird.

6. Bei wiederholtem Gefrieren und Aufthauen gehen manche Pflanzen bei Temperaturen zu Grunde, welche sie bei einmaliger Frostwirkung unbeschädigt aushalten können.

7. Die Schnelligkeit des Aufthauens scheint im Allgemeinen auf das Fortleben der Pflanzen keinen Einfluß zu haben. Da Verfasser die gegen diesen Satz sprechenden bekannten Thatsachen in sehr summarischer Weise abfertigt, so wird es angezeigt sein, die von ihm angezogenen Belege anzugeben. „Zahllose Versuche und Beobachtungen, von welchen nur einige hier erwähnt werden sollen, bestätigen dies (sc. den angeführten Satz 7)“: *Göppert* setzte 65 Arten von Samen, welche längere Zeit im Freien bei sehr niedriger Temperatur zubrachten, jeden Tag der Zimmertemperatur aus, ohne daß der rasche Temperaturwechsel der Keimfähigkeit schadete. — Es wurde beobachtet, daß Narzissen längere Zeit jede Nacht gefroren und jeden Morgen wieder aufthauten (rasch?), um weiter zu blühen. — Zweige mehrerer heimischer Holzgewächse wurden aus —14° C. im stark geheizten Ofen schnell aufgethaut, dann in's Wasser gestellt: sie trieben alle aus (demnach waren die Zweige im Zustande der Winterruhe gewesen. Referent.) — Zwiebeln verschiedener Gewächse, —1,4° R. ausgesetzt, blieben sämmtlich am Leben, ob sie bei 1° oder 3° aufthauten, sie starben unabhängig von der Art des Aufthauens, nachdem sie —7° bis —10° R. ausgehalten hatten. Kartoffeln starben in jedem Falle, wie auch verschiedene andere Pflanzen nicht mehr durch die Art des Aufthauens gerettet werden können, wenn sie einmal gefroren waren. (Referent möchte aus den gegebenen Belegen wohl schließen, daß es eine für verschiedene Pflanzen differente niedere Temperatur giebt, bis zu der abwärts sie, so wenig affizirt werden, daß es für ihre Lebensfähigkeit gleich ist, ob sie rasch oder langsam aufthauen resp. in höhere Temperatur kommen, sowie daß es andrerseits eine bestimmte niedere Temperatur giebt, durch welche sie an sich schon getödtet werden, mögen sie beliebig aufthauen. Für die zwischenliegenden Temperaturen wird die Wichtigkeit der Schnelligkeit des Aufthauens festzuhalten sein, da sich die hierüber vorliegenden Thatsachen nicht ohne Weiteres bei Seite schieben lassen.)

C. ***Versuch einer Erklärung.***

Verfasser bezieht sich auf die bekannten Veränderungen, welche in Lösungen bisweilen schon durch Abkühlung auf Temperaturen über 0°, noch mehr aber durch Ausfrieren von Wasser hervorgerufen werden. Der Zellsaft werde sich ähnlich verhalten, es könnten so chemische Umwandlungen entstehen, welche der Lebensfähigkeit schaden. Daß solche chemische Umwandlungen in der Kälte eintreten, zeigt die Indigobildung in mehreren Orchideen, die Zuckerbildung in Kartoffeln u. s. w. Bei Pflanzen, welche der im Freien herrschenden Kälte nicht

erliegen, reiche entweder die Tiefe der Temperatur noch nicht aus zur chemischen Umwandlung des Zellsafts oder die neuentstandenen Körper hinderten den Kreislauf des Lebens nicht, oder es fehlten dem Zellinhalte überhaupt Stoffe, welche einem derartigen Zersetzungsprocesse unterworfen sind. Pflanzen, deren Leben bei der Vereisung stets vernichtet wird, enthielten wahrscheinlich Verbindungen, welche jene tödtliche Umsetzung erleiden, sobald der Zellsaft auf die zu seinem Gefrieren nothwendige Temperatur sinkt. Das Absterben nach mehrmaligem Gefrieren und Aufthauen sei entweder Folge von Vertrocknung oder durch Verdunstung herbeigeführter zu großer Concentration des Zellinhalts, wenn nämlich das ausgefrorene Schmelzwasser in den Intercellularen sich ausbreite und von da weg verdunste, ohne entsprechenden Ersatz von den Wurzeln her.

D. ***Schutzmittel gegen das Erfrieren der Pflanzen.***

„Wie sich herausgestellt hat, ist es lediglich die zu große Abkühlung, welche das Leben der Pflanze bei dem Erfrieren vernichtet. Sie wird hervorgerufen durch Einwirkung niederer Temperaturen von Seite des umgebenden Mediums, ferner durch die Wärmestrahlung der Pflanze und endlich durch die Verdunstungskälte. Die Schutzmittel gegen das Erfrieren werden daher hauptsächlich darauf berechnet sein müssen, diese Kältequellen möglichst zu verstopfen.“ — Seinem Standpunkte entsprechend, führt Verfasser den Erfolg des Uebergießens gefährdeter Pflanzen mit kaltem Wasser auf Entstehung einer Eisdecke, welche die Pflanzen wie eine Schneedecke vor zu starker Erkältung schütze. Man müsse aber das Begießen nicht erst bei Sonnenaufgang vornehmen, sondern früher, weil die intensivste Kälte schon vorher eintrete. *C. K.*

L. Maquenne. **Recherches sur la détermination des pouvoirs absorbants et diffusifs des feuilles.** Annal. agron. publiées par *P. P. Dehérain*. T. VI. 3e fascic. October 1880, pag. 321—390.

1. ***Das Wärmezerstreuungs- (Diffusions-) Vermögen der Blätter.***

Alle Blätter werfen einen beträchtlichen Theil der sie treffenden Wärmestrahlen diffus zurück. Diese Diffusion wechselt zwar je nach der Natur eines Blattes, ohne daß aber die Differenzen sehr beträchtlich sind. Bei verschiedenen Blättern der nämlichen Pflanze werden oft dieselben Differenzen gefunden, wie bei Blättern verschiedener Arten. Im Allgemeinen besitzen die Blätter um so stärkeres Diffusionsvermögen, je glanzloser ihre Oberfläche ist. Umgekehrt wird die Reflexion um so mehr regelmäßig, je glatter und glänzender die Blätter sind. Die Diffusion ist verschieden an Ober- und Unterseite: in der Regel unterseits stärker, besonders bei dickeren Blättern mit ersichtlich größerer Differenz beider Seiten, man findet aber auch, besonders bei sehr dünnen Blättern, deren beide Flächen gleich aussehen, gerade den umgekehrten Fall. Es werden aber diese Verschiedenheiten der beiden Seiten um so weniger bemerklich, je mehr sich die Temperatur der Wärmequelle vermindert. Endlich hängt der Betrag der zerstreuten Wärme von der Beschaffenheit der Wärmequelle ab: von der Wärme, welche der weißglühende Platindraht der Bourbouzelampe aussendet, werden etwa 25 % zerstreut; mit Abnahme der Temperatur der Wärmequelle vermindert sich dieser Betrag und reduzirt sich für die von einem mit kochendem Wasser gefüllten Leslie'schen Würfel ausgestrahlte Wärme auf etwa 3 bis 4 %.

2. ***Das Wärmeabsorptionsvermögen der Blätter.***

Das Absorptionsvermögen für die Wärme der Bourbouzelampe schwankt zum Unterschiede vom Diffusionsvermögen zwischen weiten Grenzen, je nach der Art, deren Blätter untersucht werden; Blätter der nämlichen Pflanze geben genäherte Resultate. Vor Allem kommt die Dicke der Blätter in Betracht: Das Absorptionsvermögen ist um so geringer, je dünner die Blätter sind. Pflanzen mit ausdauernden, wintergrünen, gewöhnlich dickeren Blättern absorbiren daher mehr Wärme als solche mit hinfälligen Blättern. In ähnlicher Weise steigt bei dem nämlichen Blatte mit dem Alter resp. mit der gleichzeitigen Zunahme der Dicke das Absorptionsvermögen. Die Oberseite absorbirt gewöhnlich mehr als die Unterseite des nämlichen Blattes. Den umgekehrten Fall beobachtet man nur, wenn das Diffusionsvermögen der Oberseite größer ist als das der Unterseite. Die Differenz von Ober- und Unterseite wächst mit dem absoluten Werthe des Absorptionsvermögens. Verfasser sucht die Ursache der verschiedenen Absorption im anatomischen Bau der Blätter. Dieselbe hängt ab von der Gegenwart absorbirender Substanzen im Parenchym und den Zerstreuungen, welche im Innern der Blätter an der Oberfläche der sie zusammensetzenden Zellen eintreten. Als absorbirende Substanzen erscheinen vor Allem Chlorophyll und Wasser. Das Absorptionsvermögen beider ist ungefähr gleich (d. h. soweit es sich nicht um den leuchtenden Theil des Spektrums handelt), während freilich der Haupteffekt der Wärmeabsorption in den Blättern dem Wasser wegen der größeren Menge, in der es vorhanden ist, zufällt. — Die Absorption von Wärme vergrößert sich mit Abnahme der Temperatur der Wärmequelle, bis zu einer gewissen Grenze, bei der dieselbe gleich ist dem Absorptionsvermögen von Ruß. Hiernach wird von der Wärme der Bourbouzelampe mehr zerstreut und weniger absorbirt, von der dunklen Wärme eines mit kochendem Wasser gefüllten Würfels weniger zerstreut und mehr absorbirt, nämlich ungefähr so viel wie von Kienruß. Hiebei verschwindet der für die Wärme der Bourbouzelampe erwähnte Unterschied der Spezies, von der die Blätter stammen.

3. ***Das Transmissions- (Wärmedurchlassungs-) Vermögen der Blätter.***

Dies Vermögen hängt sehr von der Art der Blätter ab: dickere Blätter lassen weniger Wärme durch, also ausdauernde weniger als hinfällige (im Falle natürlich letztere dünner sind), ältere weniger als jüngere. Die Unterschiede beider Seiten des nämlichen Blattes sind gering, übrigens in demselben Sinne vorhanden, wie sie für das Absorptionsvermögen gefunden wurden. Immer aber ist die durchgelassene Wärmemenge gering, was die Entwickelung der einen Pflanze unter dem Schatten der anderen eventuell um so mehr benachtheiligen wird.

4. ***Das Wärmeemissionsvermögen der Blätter.***

Das Ausstrahlungsvermögen stimmt bei Blättern verschiedener Arten sehr überein, es scheint daher von der Natur der Pflanzen unabhängig zu sein. Dasselbe ist für niedere Temperatur gleich dem Absorptionsvermögen bei niederer Temperatur der Wärmequelle: die unter solchen Umständen ausgeströmte Wärme ist fast gleich derjenigen, welche Kienruß unter gleichen Umständen abgeben würde. Folglich muß die Abkühlung der Pflanzen bei Nacht ebenso intensiv sein, wie jene von Kienruß.

G. Bonnier. **Die Wärmeentwicklung beim Keimen der Pflanzen.** Sur la quantité de chaleur dégagée par les végétaux pendant la germation.) Bulletin de la société botanique de France. T. XXVII. 1880, p. 141 und „Der Naturforscher". 1880. Nr. 42, p. 396.

Wiederholt hat man versucht, eine Wärmeentwickelung der Pflanzen in der Art nachzuweisen, daß man diese mit dem Thermometer in Berührung brachte; aber wenn es auch gelang, namentlich bei vergleichenden Untersuchungen, die Existenz einer Wärmeentwickelung zu erkennen, so war an eine Messung derselben nicht zu denken; die Angaben des Thermometers sind so sehr von einer Reihe äußerer Umstände abhängig, daß sie selten unter denselben Bedingungen der Vegetation ganz constant bleiben. Wissenschaftlich brauchbare Resultate kann aber nur das Calorimeter geben, welches vom Verfasser in folgender Weise benutzt wurde:

In das Wasser des *Berthelot*'schen Calorimeters, in welchem die Temperatur des umgebenden Wassers alle Minuten abgelesen wird, brachte er die Samen, welche keimen oder die Keimung fortsetzen sollten; und wenn der Keimungsproceß in Luft vor sich gehen sollte, wurde in das Wasser des Calorimeters ein innen geschwärztes Platingefäß gebracht, in das die abgewogene Menge von keimenden Samen gelegt war. Aus der speciellen Wärme und dem Gewichte der Materialien ergiebt die Temperatur des Thermometers die Zahl der Wärmeeinbeiten, die entwickelt oder absorbirt werden. Neben den sonstigen Vorsichtsmaßregeln bei calorimetrischen Messungen muß noch darauf geachtet werden, daß durch Exosmose Substanzen aus den Samen in die umgebenden Wasser treten und durch ihre Lösung Wärme absorbiren können, während andererseits organisirte Fermente sich entwickeln und Wärme liefern können, die mit dem Keimungsvorgang nichts zu thun hat. Berücksichtigt man alle Fehlerquellen, so erzielt man ganz constante Resultate.

Nach dieser Methode hat Verfasser in verschiedenen Stadien der Keimungsperiode von Ricinus-, Erbsen-, Bohnen-, Roggen-, Lupinensamen die Wärmemenge bestimmen können, die von ein und demselben Gewicht einer Species während gleicher Zeit in verschiedenen Stadien entwickelt wird. Man erhält so seit dem Beginne der Keimung bis zum Erscheinen des Chlorophylls die Wärmemenge, die von 1 gr in einer Minute entwickelt wird. Diese Zahl der Calorien, welche bei diesen Versuchen von 0—120 schwankt, wächst bei jeder Species und geht durch ein Maximum hindurch.

Es wurde weiter versucht, die Summe der Wärmemengen festzustellen, welche die Erbse während ihrer Keimungsperiode entwickelt; sie entspricht nicht, wie man hätte erwarten sollen, derjenigen, welche zur Bildung der während der Zeit entwickelten Kohlensäure erforderlich ist. Weitere Mittheilungen will Verfasser später machen, da er zunächst nur die Methode seiner Versuche zu beschreiben beabsichtigte.

Ph. van Thieghem und G. Bonnier. **Ueber die Wirkung des Wassers auf die Pflanzen im Ruhezustande.** (Recherches sur la vie ralentie et sur la vie latente. Deuxième note [1]). Bulletin de la soc. bot. de France. T. XXVII. 1880, p. 116 und „Der Naturforscher". 1880. Nr. 44, p. 412—413.

[1] Vergl. das Referat über die erste Mittheilung in dieser Zeitschrift. Bd. III. p. 496 u. ff.

Die Verfasser haben im Verfolge ihrer Untersuchungen über die Ruhezustände der Pflanzen näher festzustellen versucht, in welcher Weise die Pflanzenorgane im Ruhezustande unter Wasser getaucht, letzteres aufnehmen und Stoffe an dasselbe abgeben, indem sie die beiden Processe isolirten. Taucht man Samen in eine Wassermasse, die gleich oder kleiner ist als die, welche es absorbiren kann, so wird eine Exosmose gar nicht oder wenigstens nur temporär eintreten, da die ausgetretenen Stoffe bei der Resorption der ganzen Wassermasse in den Samen zurücktreten; ebenso wird die Exosmose unterdrückt, wenn man die Samen einfach in eine mit Wasserdampf gesättigte Atmosphäre bringt. Wenn andererseits die in eine große Flüssigkeitsmasse getauchten Samen einmal alles Wasser absorbirt haben, das sie aufnehmen können, wenn sie gesättigt sind, und wenn man gleichzeitig ihre Keimung verhindert, so wirkt die Exosmose allein, deren Dauer man beliebig verlängern und deren Wirkung man sich summiren lassen kann.

Endosmose. Das Absorptionsvermögen der Samen für Wasser (bezogen auf 100 Theile Trockensubstanz) ändert sich mit der Natur des Samens, es ist unabhängig von der Temperatur und nicht gleich bei lebenden und abgestorbenen Samen, es beträgt bei Lupine 125, bei Bohne 118, Schminkbohne 110, Getreide 47, Mais 38. Jeder Theil des Samens hat ein besonderes Absorptionsvermögen; dieses beträgt z. B. in der Bohne für die Hülle 155 und für den Embryo 111.

Zum Keimen braucht weder der ganze Samen noch der isolirte Embryo gesättigt zu sein. Um das Minimum der zum Keimen nothwendigen Wassermenge zu bestimmen, wurden in einer feuchten Atmosphäre Wägungen der exponirten trockenen Samen und derselben Samen beim Erscheinen der Wurzelchen vorgenommen; es ergab sich so für die Bohne der Werth 74 beim ganzen Samen und 92 beim isolirten Embryo.

Die im Wasser gelösten Substanzen scheinen sämmtlich ohne Unterschied mit dem Wasser in die Hülle einzudringen; aber nur einige von ihnen dringen in den Embryo, während andere nicht zugelassen werden, so lange der Embryo lebt. So drang das Fuchsin bei der Schminkbohne, Erbse, Bohne durch die Hülle in den Embryo an seiner ganzen Oberfläche; der Traubenzucker hingegen drang wohl in die Hülle aber nicht in den Embryo; war der letztere isolirt, so drang gar kein Traubenzucker ein, war aber der Embryo vorher in irgend einer Weise getödtet, so drang der Traubenzucker ebenso ein, wie das Fuchsin.

Exosmose. Gleich beim Eintauchen lassen die Samen in das umgebende Wasser etwas von den löslichen Substanzen, die sie aufgespeichert enthalten, austreten. Erneuert man das Wasser, dann setzt sich die Exosmose fort. Die Menge der ausgetretenen Substanzen bestimmt man durch den Gewinn der Flüssigkeit und den Verlust des Samens nach einer bestimmten Zeit. So haben 100 g Samen in 200 g Wasser nach 48 Stunden verloren: bei Erbsen 6,5 g, Schminkbohnen 3,2 g, Getreide 1 g. Nach 8 Tagen hatten 10 g Samen an täglich erneutes Wasser abgegeben: Getreide 9 g, Schminkbohne 9 g, Bohne 10 g, Erbse 13 g. Die nackten Embryonen gaben an Wasser von ihrem Inhalt schneller bestimmte Quantitäten ab.

Die Untersuchungen der an das Wasser abgetretenen Substanzen haben die Verfasser nur auf den Zucker ausgedehnt, indem sie sich die Bestimmung der übrigen Stoffe vorbehielten. Bei Roggen, Schminkbohne, Erbse, Bohne, Linse, Lupine u. s. w. enthält das Product der Exosmose keinen Traubenzucker, sondern

Rohrzucker (?) in mehr oder weniger beträchtlicher Menge. Bei der Kastanie, Eiche, Nußbaum, Mandelbaum, Pistazie, Buchweizen und noch bei einigen Leguminosen enthält der Rückstand der Exosmose mehr oder weniger Traubenzucker. Das Vorkommen von Glucose scheint an den Verlust der Keimkraft der Samen geknüpft zu sein.

Die Menge des gährungsfähigen Zuckers betrug bei der Schminkbohne 35%, bei der Kastanie 36%, bei der Erbse fast 50%.

Hieraus schon ergiebt sich, daß man durch das Einweichen der Samen während 24 Stunden vor dem Aussäen beträchtlich ihre nährenden Reservestoffe schmälert; diese Verarmung betrifft vorzugsweise die Zuckerstoffe und nimmt mit der Dauer des Untertauchens zu. Welchen Einfluß diese Verluste auf die weitere Entwickelung der Pflanze, und bei langer Dauer auf die Keimkraft haben, in welchem Verhältniß sie zur Ertödtung des latenten Lebens im Embryo stehen, das werden bis jetzt noch nicht abgeschlossene Versuche lehren.

Ebenso begreift man hieraus den Nachtheil des zu häufigen Begießens und zu reichlichen Regens nach der Aussaat in der ersten Zeit der Keimung. Bleibt das Wasser nicht auf den Samen, so hat man nur einfach den Verlust der weit fortgeführten Substanzen, und das ist schon ein Nachtheil. Wenn das Wasser hingegen stehen bleibt, so bildet sich rings um den Samen im Boden eine Nährstofflösung, in welcher bald Schimmel und Bacterien sich üppig entwickeln, besonders der Bacillus Amylobacter, der keine Luft braucht; die Samen faulen dann, wie man sagt.

Dieselben Erscheinungen der Exosmose treten auf bei anderen Nährstoffbehältern in den Ruhepausen der Vegetation. Man kann sie leicht verificiren bei den Knollen der Kartoffeln, der Topinambour der Zwiebel, Tulpe u. s. w. Die jungen Triebe des Spargels, die dicken Wurzeln der Radieschen sind in derselben Lage, und so kommt man zu Organen, welche manifestes Leben besitzen.

Taucht man in destillirtes Wasser Pflänzchen von Ahorn oder Linde, von Erbse oder Linse, Roggen oder Gerste, und verdunstet nach 48 Stunden das Wasser bevor es von fremden Organismen getrübt worden, so erhält man einen beträchtlichen Rückstand ausgetretener Substanzen. Untersucht man dann gesondert die einzelnen Theile der Pflanze, indem man der Reihe nach die Wurzel, den Stamm über und unter den Cotyledonen, und die Cotyledonen untertaucht, so sieht man, daß die Exosmose sehr schwach ist an der Wurzel, wo sie gleichwohl vorhanden ist, sie erscheint stärker am Stamme und in den jungen Blättern, aber durch die Cotyledonen entweicht das meiste von den löslichen Substanzen.

Taucht man endlich einzelne Theile von ganz erwachsenen Pflanzen unter, z. B. die Blätter, oder die unverletzten Blüthen der verschiedensten Pflanzen, so erhält man stets nach 24 und 48 Stunden von dem verdunsteten Wasser einen Rückstand, der, wenn er auch sehr gering ist, doch beweist, daß Exosmose in all diesen Organen stattfindet.

„Das Problem der Exosmose erhält somit ganz allgemein eine positive Lösung. Nur nach dem Alter der Pflanze und der Gegend seines Körpers erfolgt sie in sehr ungleichen Verhältnissen. Im Samen, d. h. im Embryo, erreicht sie ihr Maximum. In der Wurzel zeigt sie in Folge uns unbekannter Structurverhältnisse ihr Minimum. Und es ist zweifellos die Hauptrolle der Haube, die bei den Wasser-

pflanzen so entwickelt ist, die Exosmose zu verhindern in den jungen Gipfelzellen, bis diese ihren definitiven anatomischen Charakter erreicht haben.

G. Kraus. **Ueber Imbibition organisirter Körper bei verschiedener Temperatur.** Sitzungsber. d. naturf. Gesellschaft zu Halle. 1879.

P. Reynard. **De l'influence des radiations rouges sur la végétation.** Ann. de l'Inst. nat. agronom. III. 1880. p. 87.

F. Hoppe-Seyler. **Ueber das Chlorophyll der Pflanzen.** Zweite Abhandlung[1]). Zeitschrift für physiologische Chemie. 1880. Bd. IV. Heft 3. p. 193 bis 203.

III. Agrar-Meteorologie.

Mittheilungen aus dem agrikultur-physikalischen Laboratorium und Versuchsfelde der technischen Hochschule in München.

X. Untersuchungen über die Wasserverbrauchsmengen der landwirthschaftlichen Kulturpflanzen in Rücksicht auf die agrar-meteorologischen Verhältnisse.

Von Professor Dr. **E. Wollny** in München.

Eine Reihe von Untersuchungen[2]) hat die Ergründung der Bilanz zwischen den durch Verdunstung dem Boden entzogenen und den demselben durch die atmosphärischen Niederschläge zugehenden Wassermengen

[1]) Vergl. das Referat über die erste Abhandlung in dieser Zeitschrift. Bd. III. Heft 1. p. 72.

[2]) *S. Hales*, Statick der Gewächse oder angestellte Versuche mit dem Saft der Pflantzen und ihren Wachsthum. Halle 1747. p. 30 u. 211. — *J. Plenk*, Physiologie und Pathalogie der Pflanzen. Wien 1795. p. 41. — *G. Schübler*, Grundz. der Meteorologie. Leipzig 1831. — *J. B. Lawes*, Experimental investigation into the amount of water given off by plants during their growth. Journ. Hort. Soc. London 1850. vol. V. p. 38. — *W. Knop*, Landwirthschaftliche Versuchsstationen. Bd. I. 1859. p. 184. — *F. Unger*, Sitzungsberichte d. k. Akademie d. Wissenschaften in Wien. 1861. Bd. LXIV. p. 181—218. — *Th. Hartig*, Botanische Zeitung. 1861. p. 20. — *A. Vogel*, Abhandlungen d. k. bayer. Akademie der Wissenschaften. 1867. II. Cl. 10. Bd. II. Abthlg. — *Fr. Pfaff*, Sitzungsberichte d. k. bayer. Akademie der Wissenschaften. 1868. Bd. I. p. 27—45. — *W. Knop*, Kreislauf des Stoffs. 1868. Bd. II. p. 285. — *H. Grouven*, Ueber den Zusammenhang zwischen Witterung, Boden und Düngung u. s. w. Glogau 1868. p. 259—310. — *E. Risler*, Chemischer Ackersmann von *A. Stöckhardt*. 1870. p. 138. — *M. J. Schleiden*, Baum und Wald. Leipzig 1870. p. 46. — *H. Hoffmann*, Zeitschrift der österr. Gesellschaft für Meteorologie. 1871. Bd. VI. Nr. 11. — *H. Dufour*, Ibid. 1872. Bd. VII. Nr. 8. — *R. Heinrich*, Landwirthschaftliches Centralblatt. 1875. Heft 1.

zum Ziel genommen, und zu der übereinstimmenden Annahme geführt, daß die Pflanzen während der Vegetation mehr Wasser verdunsten als der Boden durch die Niederschläge erhält. Ob dieser Satz und die aus demselben abgeleiteten Consequenzen richtig sind, soll in Folgendem näher untersucht werden.

Abgesehen von besonderen Nebenumständen machen sich an allen aufgestellten Berechnungen von vornherein nicht unerhebliche Fehler bemerkbar.

Die Bestimmung des Wasserbedürfnisses der Pflanze wurde entweder so ausgeführt, daß man die über dem Wurzelstock abgeschnittene Pflanze, einzelne Zweige oder wohl gar Blätter in ein mit Wasser gefülltes Gefäß setzte, dessen oberer offener Theil zur Verhütung einer Verdunstung aus dem Wasser selbst geschlossen war, und daß man sodann nach der Abnahme des Wassers im Gefäß die Transspirationsgröße bemaß, oder daß man den Gewichtsverlust, welchen die abgeschnittenen Blätter beim Trocknen an der Luft in einer bestimmten Zeit erleiden, als Größe der Verdunstung durch die Pflanze bezeichnete.

Gegen die Zulässigkeit der ersteren Untersuchungsmethode ist vor Allem geltend zu machen, daß abgeschnittene Pflanzen und Theile derselben sich nicht unter normalen, jedenfalls unter ganz anderen Verhältnissen befinden, als im Boden wurzelnde Pflanzen. Der Zustand der abgeschnittenen Pflanzen ist ein pathologischer, dem Ableben naher, wie dies die einfache Thatsache ergiebt, daß man bei vielen, zumal bei allen krautartigen Kulturpflanzen nicht im Stande ist, sie auf längere Dauer am Leben zu erhalten, geschweige sie zu einer weiteren Entwickelung zu bringen, selbst nicht, wenn man die für das Leben nothwendigen Nährstoffe in dem Wasser, wo sich der abgeschnittene Pflanzentheil befindet, aufgelöst hat.

Noch viel weniger aber kann der zweiten Methode (*Knop*) irgend ein Werth beigemessen werden, denn ein abgeschnittenes Blatt ist ein todtes, und die abgestorbene Zelle verhält sich ganz anders, sie verliert weit größere Mengen von Wasser, als die lebende. Eine lebende Raupe kann tagelang, ohne Wasser aufzunehmen, sich selbst bei hoher Temperatur turgescent erhalten: wird sie durch einen Nadelstich getödtet, so trocknet sie in wenigen Stunden aus. Ganz ebenso verhalten sich die Zellen des von der Pflanze abgetrennten Blattes. Hiernach müssen alle

Zahlen, welche auf dem bezeichneten Wege gewonnen werden, zu hoch erscheinen.

Ein anderweitiger Fehler wurde begangen, indem man die Transspirationsgröße für den Gesammtbestand einer größeren Fläche (Morgen, Hektar) nach der bei einer. einzelnen Pflanze oder einem Blatt, häufig nur während eines kürzeren Zeitraumes gefundenen Zahl berechnete. Hierdurch konnte einerseits der kleinste Versuchsfehler bei der Höhe des Multiplikators einen ganz außerordentlichen Einfluß auf das Gesammtresultat ausüben, andererseits war nicht berücksichtigt, daß die Pflanzen bei engerem Stande auf dem Felde eine geringere individuelle Transspiration zeigen, als einzelne freistehende, und zwar wegen gegenseitiger Beschattung, dadurch verminderter Licht- und Wärmeintensität, gehemmter Luftströmungen u. s. w. Ueberdies ist erwiesenermaßen die Transspiration während der Vegetationszeit äußerst wechselnd, weil die sie beherrschenden Einflüsse in verschiedenem Grade und in verschiedenen Combinationen sich bethätigen. Man war daher auch nicht berechtigt, die einzelnen unter bestimmter Zusammenwirkung von Licht, Wärme und Feuchtigkeitsgehalt der Luft angestellten Beobachtungen arithmetisch auf die ganze Vegetationsdauer zu übertragen.

Der entschiedenste Fehler aber entstand durch unzutreffende Berechnung derjenigen Wassermengen, welche der Boden von den Niederschlägen zurückhielt. Nachdem man die Verdunstung von einer bestimmten Fläche festgestellt hatte, ermittelte man die Regenmenge und denjenigen Theil derselben, welcher von der Ackerkrume festgehalten und der Vegetation zur Verfügung gestellt wurde. Man ging nämlich von der Voraussetzung aus, daß ein Theil des Regenwassers aus dem Bereich der Pflanzenwurzeln in größere Tiefen geführt werde, und nahm bei Abmessung dieses Verlustes diejenigen Versuche zum Anhalt, bei denen man auf nacktem Boden die durchsickernden Wassermengen bestimmt hatte. Auf solchem Boden sind allerdings die Sickerwasser, selbst bei stärkeren Erdschichten, bedeutend und können je nach der physikalischen Beschaffenheit des Bodens 30—70 % der Niederschläge betragen. Man nahm demnach (*Heiden*[1])) ca. 50 % der während der Vegetationszeit gefallenen Regenmenge an, welche den Pflanzen zu gute kommen sollte. In Folge

[1]) *E. Heiden*, Lehrbuch der Düngerlehre. 1866. Bd. I. S. 183—188.

dessen ergab sich ein Deficit, d. h. die durch die Pflanzen verdunstete Wassermenge war größer, oft acht *(Pfaff)* bis zehn *(Knop)* Mal größer als die zugeführte.

War nun schon die Transspirationsgröße wegen mangelhafter Untersuchungsmethoden zu hoch berechnet, so trat dem der weitere Fehler hinzu, daß die Niederschlagsmenge zu niedrig veranschlagt wurde. Die Versuche des Referenten[1]) haben nämlich gezeigt, daß im Sommer durch eine Vegetationsschicht von 0,5 m Mächtigkeit, wenn sie mit Pflanzen (Gras und Klee) bestanden ist, gar kein Wasser, bei reichlichem Regen nur in geringer Menge absickert. Berücksichtigt man ferner, daß die Wurzeln der meisten landwirthschaftlichen Kulturpflanzen (selbst die der Getreidearten) tiefer als 0,5 m in die Erde dringen, so läßt sich behaupten, daß so gut wie die ganze Niederschlagsmenge in ebenen Lagen der Vegetation zu Gute kommt. Ueberdies ist das während der Vegetationszeit zur Erde fallende Wasser nicht die einzige Zuflußquelle: auch das zur Winterszeit in der ganzen Bodenschicht oder auf undurchlässigem Untergrund sich ansammelnde Wasser, welches durch physikalische Kräfte wieder in den Bereich der Wurzeln geführt werden kann, steht den Pflanzen zu Gebote.

Schon eine einfache Betrachtung würde dazu führen müssen, die atmosphärischen Niederschläge als vollständig ausgiebig zu erachten und gerechte Zweifel gegen die Schlußfolgerungen aus den citirten Untersuchungen erwecken; denn es giebt keine andere Quelle zur Befriedigung des Wasserbedarfs der Pflanzen, wie das Wasser des Bodens, welches direkt aus den atmosphärischen Niederschlägen stammt. Dies letztere wird freilich von Einigen angezweifelt *(Knop, Heiden)*. Nachdem man nämlich gefunden zu haben meinte, daß das Regen- und Schneewasser für die Pflanzen nicht ausreiche, ja sogar nach *Knop* zehnmal geringer sei, als die verdunstete Wassermenge, sah man sich nach anderen Quellen um, und kam dabei auf den Gedanken, daß das Deficit hauptsächlich durch das Condensationsvermögen des Bodens für Wasserdampf gedeckt werde *(Knop, Heiden)*. Durch diese ihre Eigenschaft würde der Acker-

---

[1]) *E. Wollny*, Der Einfluß der Pflanzendecke und der Beschattung auf die physikalischen Eigenschaften und die Fruchtbarkeit des Bodens. Berlin 1877. Wiegandt, Hempel und Parey. p. 139 u. ff.

erde demnach eine bedeutend größere Wassermenge als durch die atmosphärischen Niederschläge zugeführt werden.

Bei näherem Eingehen erweist sich jedoch eine solche Annahme als durchaus irrthümlich. Das Condensationsvermögen des Bodens für Wasserdampf an sich ist nicht im Entferntesten so groß, daß die dadurch dem Boden zugeführten Wassermengen das bezeichnete kolossale Deficit decken könnten; verhältnißmäßig größere Mengen von absorbirtem Wasser werden nur dann gefunden, wenn man den Boden vollständig trocken macht. Hat der trockene Boden Wasser absorbirt, so nimmt er so gut wie gar keines, und wenn er feucht ist, bestimmt keines weiter auf. Die Oberfläche eines dicht mit Pflanzen bestandenen Feldes ist aber zumeist feucht, durch die Thauniederschläge, welche durch die Abkühlung der Luft in der Pflanzendecke stattfinden. Daher kann der Boden keine Wassermengen absorbiren, welche in irgend welchem Grade von Bedeutung wären.

Bei weiterer Verfolgung des Gegenstandes mußten die Fragen in den Vordergrund treten: ist in Wirklichkeit während der Vegetation die Regenmenge kleiner als die des von den Pflanzen verdunsteten Wassers, und ist es überhaupt möglich, die Verdunstung von einer mit Pflanzen bestandenen Fläche nach der bei einzelnen Pflanzen gefundenen Transspirationsgröße zu bestimmen?

Bezüglich der ersteren Frage hat *Hellriegel*[1]) bei der Gerste einen Versuch ausgeführt, der ein ungefähres Bild der obwaltenden Verhältnisse liefert. Er fand, daß zur Production von je ein Pfund lufttrockener Gerstenkörner 700 Pfund Wasser nothwendig waren. Zu einer Mittelernte von 4000 Pfund Gerstenkörnern pro Hektar würde sich danach das Erfordernis an Wasser auf ca. 2,800,000 Pfund stellen. Diese Menge würde einem Regenfall von 13 cm entsprechen, während in der Vegetationszeit am Orte der Versuchsanstellung (Dahme) die durchschnittliche Regenmenge 15,6 cm beträgt. Die Regenmenge könnte demnach zur Deckung des durch die Pflanzen verdunsteten Wassers ausreichend gewesen sein; wenigstens ergiebt sich kein Deficit, wenn die Winterfeuchtigkeit mit in Rechnung gezogen wird.

Der Bestimmung der Wasserverdunstung in den *Hellriegel*'schen Untersuchungen wird kein Vorwurf gemacht werden können, weil die

[1]) *H. Hellriegel*, Landwirthschaftliches Centralblatt für Deutschland. 1871. II. p. 194.

Pflanzen sich unter normalen Verhältnissen befanden, dagegen schließt die Berechnung den Fehler in sich, daß die bei einzelnen freistehenden Pflanzen gefundene Wasserverdunstung als Maß für die einer großen Fläche benutzt wurde.

Haberlandt's Untersuchungen[1]) über denselben Gegenstand führten zwar zu ähnlichen Resultaten wie die *Hellriegel*'schen; sie sind aber darin mangelhaft, daß die Pflanzen, bei welchen die Wasserverdunstung ermittelt wurde, nicht in Erde wurzelten, sondern mit den Wurzeln in Wasser tauchten, daß die Transspirationsgröße der Pflanzen nur während einer kurzen Zeit ($2^1/_2$ und 4 Tage) festgestellt, und daß das Wasserbedürfniß hiernach für die ganze Vegetationszeit, sowie auch für eine größere Zahl von Pflanzen nach den bei einzelnen Individuen gemachten Beobachtungen berechnet wurde.

Um die Größe der Verdunstung verschiedener Pflanzen unter normalen Lebensbedingungen im Allgemeinen zu eruiren, stellte Referent eine Reihe von Versuchen an, deren Resultate an einer anderen Stelle veröffentlicht wurden[2]). Die dabei verwendeten Pflanzen wurden in Zinkblechtöpfen gezogen, welche zur Verhütung der direkten Verdunstung des Wassers aus dem Boden mit einem Deckel versehen waren, der in der Mitte, wo die Pflanze stand, eine kleine Oeffnung besaß. Der Transspirationsverlust wurde alle drei Tage durch Nachgießen von Wasser ersetzt. Eine Vergleichung der gewonnenen Zahlen ergab, daß die transspirirten Wassermengen während der Vegetationszeit bei einigen Pflanzen geringer, bei anderen größer waren, als die während derselben Zeit gefallenen Regenmengen. Im letzteren Falle aber wurde das Deficit reichlich gedeckt durch die vor Beginn der Vegetation zu Boden gefallenen atmosphärischen Niederschläge, welche sich dort mindestens bis zur Hälfte angesammelt hatten. Aus diesen Ergebnissen leitete Referent den Schluß ab:

> daß in unserem Klima die atmosphärischen Niederschläge ausreichend sind, um den Wasserbedarf der Kulturpflanzen zu decken; daß zwar unter gewissen Umständen die während der Vegetationszeit verdunstete Wassermenge größer sein kann, als die während derselben Zeit gefal-

---

[1]) *F. Haberlandt*, Landwirthschaftliche Jahrbücher. 1876. I. S. 63—86.

[2]) *E. Wollny*, a. a. O. p. 123—126.

lene Regenmenge, daß das hierdurch entstehende Deficit aber durch die während der vegetationsfreien Zeit im Boden sich ansammelnden Wassermengen genügend beglichen wird.

Mit vorbezeichneter Frage hat sich neuerdings auch *F. v. Höhnel* befaßt und die Resultate seiner umfangreichen Untersuchungen in einer Abhandlung «über die Transspirationsgrößen der forstlichen Holzgewächse mit Beziehung auf die forstlich-meteorologischen Verhältnisse» niedergelegt[1]).

Eingangs dieser Arbeit unterwirft *v. Höhnel* die oben bezeichneten Versuche des Referenten einer Kritik und gelangt dabei zu dem Schluß, daß in denselben Ursachen existirt hätten, welche die Transspirationsgröße der Versuchspflanzen gegenüber den natürlichen erhöhen mußten. Diese seien zu suchen:

1. «in der zu starken Feuchterhaltung des Bodens, dessen Wasserverlust täglich ersetzt wurde, was im Freien nicht vorkommt;

2. in der Art der Aufstellung der Töpfe, vermöge welcher sie vor Regen und Thau geschützt waren, was ihre Transspirationsgrößen beträchtlich erhöhen mußte, und

3. in dem Umstande, daß die Zinkblechtöpfe nicht vor Erwärmung durch directe Bestrahlung und durch die Luftwärme geschützt waren. Pflanzen, die in einem wärmeren Boden wachsen, transspiriren auch stärker als andere, deren Bodentemperatur niedriger ist.

Handelt es sich dann noch um Umrechnung der bei einzelnen Pflanzen erhaltenen Resultate auf ganze Kulturen, so ist noch der Umstand in Rechnung zu ziehen, daß einzelne freistehende Exemplare stärker transspiriren, als in Massen stehende Pflanzen, die sich bezüglich ihrer Functionen gegenseitig beeinträchtigen.»

Obwohl Referent diese Einwendungen als stichhaltig anerkennen muß, so glaubt er doch annehmen zu sollen, daß er trotz der gerügten Fehler in der Anordnung seiner Versuche zu der Aufstellung des oben angeführten Satzes berechtigt war. In diesen handelte es sich keineswegs darum, das Wasserbedürfniß der Pflanzen als solches festzustellen, son-

[1]) Mittheilungen aus dem forstlichen Versuchswesen Oesterreichs. Herausgegeben von *v. Seckendorff.* Wien 1879. Bd. II. Heft 1. p. 47—90 und diese Zeitschrift. Bd. II. p. 398—421.

dern um die Ermittelung der Bilanz zwischen der Verdunstung und den Niederschlägen. Wenn nun schon in der Mehrzahl der Fälle unter sehr günstigen Transspirationsverhältnissen die verdunsteten Wassermengen geringer als die Regenmengen und in denjenigen Fällen, wo sie größer waren, das Deficit durch die vor dem Beginn der Vegetation sich ansammelnde Feuchtigkeit genügend gedeckt war, so konnte daraus mit Fug und Recht geschlossen werden, daß die bisherigen Anschauungen über das Verhältniß zwischen Verdunstung und Niederschlag als irrthümlich zu bezeichnen seien. Allerdings meint *v. Höhnel*, daß die Winterfeuchte zur Erklärung geringer Ueberschüsse der errechneten Transspirationsgrößen über die Regenmenge während der Vegetationsperiode, nicht aber so großer, wie die fraglichen, benützt werden könnte. Dies ist entschieden unrichtig, denn die Ansammlung des Wassers in dem durch den Anbau der vorjährigen Frucht stark ausgetrockneten Ackerlande während des Winters ist eine ganz bedeutende[1]) und die dadurch der Vegetation in dem folgenden Jahr zur Verfügung gestellten Wassermengen betragen nicht selten mehr als $^1/_3$ des Transspirationsverlustes. (Siehe unten.)

Die Thatsache, daß der Boden unter einer Decke lebender Pflanzen während des Sommers in außerordentlichem Grade austrocknet, und die Erfahrung, daß das Wachsthum der Pflanzen auf allen Bodenarten von geringer Wassercapacität von den Niederschlägen vollständig beherrscht wird, machen es überdies sehr wahrscheinlich, daß die Menge des verdunsteten Wassers derjenigen der Niederschläge in den meisten Fällen wenig nachstehen wird. Einen Beleg hierfür liefern die Resultate der in der citirten Abhandlung des Referenten mitgetheilten Versuche über die Durchlässigkeitsverhältnisse des bebauten Bodens, welche *v. Höhnel* nicht weiter berücksichtigte, obwohl auf dieselben bei Besprechung der Transpirationssgrößen der Versuchspflanzen besonders hingewiesen wurde[2]).

In diesen Untersuchungen wurden verschiedene Pflanzen in mit Boden bis zum Rande angefüllten und in die Erde versenkten Lysimetern angebaut, die am Anfang und Ende des Versuchs im Boden enthaltenen Wassermengen, sowie die während der Vegetationszeit durchsickernden und demselben durch den Regen zugeführten Wassermengen bestimmt.

---

[1]) Diese Zeitschrift. Bd. II. S. 50.

[2]) *E. Wollny*, a. a. O. S. 126.

Die Gewächse befanden sich demnach unter normalen Bedingungen und aus den Beobachtungen konnte leicht die Verdunstung berechnet werden.

Es verdunsteten von einer Fläche von 0,1 □m:

	Grasland	Kleeland
vom 15. April bis 18. November 1874	53839 g	54688 g
die Regenmenge während dieser Zeit betrug	57412 g	

	Grasland Sand	Grasland Torf	Grasland Thon
vom 20. April bis 1. November 1875	47355 g	55630 g	51721 g
die Regenmenge während dieser Zeit betrug		57253 g.	

Danach war die Regenmenge während der Vegetationsperiode größer als die seitens der Pflanzen verdunsteten Wassermengen.

Was nun *v. Höhnel's* Versuche über die Transspirationsgröße der Waldbäume betrifft, so gaben dieselben in Bezug auf die hier in Rede stehende Frage Resultate, welche mit den thatsächlichen Verhältnissen nicht in Uebereinstimmung zu bringen sind. Bei der am stärksten transspirirenden Pflanze betrug die Regenmenge selbst in den wärmsten Monaten noch das $1^1/_2$ bis 3fache der jeweiligen Wasserverluste, und die übrigen Pflanzen zeigten ein Wassererforderniß, welches um das 4 bis 15fache hinter den entsprechenden Regenmengen zurückblieb. Diese Zahlen sind in Rücksicht auf den anderweitig constatirten beträchtlichen Verbrauch an Wasser durch die Pflanzen und die dadurch bedingte enorme Verminderung der Bodenfeuchtigkeit und der Sickerwasser offenbar viel zu niedrig und machen es wahrscheinlich, daß Ursachen existirten, welche die Transspirationsverluste der Pflanzen in einer unnatürlichen Weise beeinträchtigten.

Aus der Beschreibung der Versuchsanstellung lassen sich hierfür zum Theil einige Anhaltspunkte gewinnen.

Zunächst ist aus derselben zu entnehmen, daß sich die Wurzeln der Versuchspflanzen, also die wasseraufnehmenden Organe nicht vollständig unter normalen Verhältnissen befanden, da dieselben durch die Verpflanzung der Bäumchen aus dem Forstgarten resp. dem Walde in die Töpfe, welche überdies erst kurze Zeit vor Beginn der Versuche vorgenommen wurde, trotz aller Sorgfalt eine Beschädigung erlitten hatten, welche sowohl die Functionen der unter- wie der oberirdischen Organe bis zu einem gewissen Grade stören mußte. Die Neubildung von Wurzeln bei

dem Anwachsen in den Kulturgefäßen war ohne Zweifel mit einer Verzögerung in der Ausbildung der übrigen Organe, und die Verletzung der Wurzeln mit einer Verminderung der Wasseraufnahme derselben nothwendig verknüpft.

Ein weiterer Grund für den ungewöhnlich niedrigen Betrag der Transspirationsverluste in den *v. Höhnel*'schen Untersuchungen ist in dem Umstande zu suchen, daß den Pflanzen (5—6jährige) eine im Verhältniß zu ihrem Entwicklungszustande viel zu kleine Bodenmenge (3,5—5 kil.) zur Verfügung gestellt wurde. Unter natürlichen Verhältnissen ist das von den Wurzeln der betreffenden Bäumchen durchzogene Bodenvolumen gewiß beträchtlich größer und da mit diesem die Menge des disponiblen Wassers wächst, so mußte die Transspirationsgröße niedriger ausfallen als in Wirklichkeit.

Der wesentlichste Einwand gegen die Richtigkeit der Ergebnisse der Untersuchungen *v. Höhnel*'s ist aus der Art der Wasserzufuhr herzuleiten. Obwohl er merkwürdiger Weise den Leser über diesen wichtigen Punkt in der Hauptmittheilung[1]) vollständig im Unklaren läßt, so ist doch aus dem in dieser Zeitschrift veröffentlichten Bericht über diese Versuche (Bd. II, p. 401) zu ersehen, daß das Begießen der Pflanzen alle 8—14 Tage, also in willkürlicher Weise erfolgte. Allem Anschein nach wurde dabei jedesmal diejenige Wassermenge ersetzt, welche der Boden durch die Verdunstung seitens der Pflanzen verloren hatte. Ist diese Annahme richtig, dann ist die Behauptung gerechtfertigt, daß die Pflanzen sich unter abnormen Vegetationsbedingungen befunden haben, denn dieselben erhielten nicht diejenigen Quantitäten Wasser, welche der Regen dem Boden zuführte und wurden im günstigsten Falle während der Dauer des Versuchs nur an 24 Tagen mit Wasser versorgt, während die Zahl der Tage mit Niederschlägen während dieser Zeit 76 betrug. Nun ist es sehr wahrscheinlich — mit Sicherheit läßt sich dies allerdings aus den citirten Publikationen nicht entnehmen —, daß die künstlich den Pflanzen zugeführte Wassermenge geringer war als die der Niederschläge, wodurch die Transspiration der Pflanzen eine Verminderung erleiden mußte, da diese mit dem Feuchtigkeitsgehalt des Bodens steigt und fällt[2]). Der gleiche Effekt mußte hervorgerufen werden durch die im Vergleich zu

[1]) Mittheilungen a. d. forstl. Versuchswesen Oesterreichs.

[2]) *A. Barthélemy*, Comptes rendus. 1873. Bd. LXXVII.

den natürlichen Verhältnissen selten erfolgende Anfeuchtung des Bodens in den Töpfen, denn die Pflanzen hatten unter solchen Umständen gewiß nicht selten mit Wassermangel zu kämpfen. Es ist nicht verständlich, warum *v. Höhnel* trotz des Bestrebens, die Pflanzen unter, der Wirklichkeit möglichst entsprechende Lebensbedingungen zu bringen, in seinen Versuchen die Anfeuchtung des Bodens nicht der Zeit und Größe nach dem Niederschlage entsprechend ausführte.

Die Art der Anwendung der erhaltenen Transspirationsresultate auf einige Fälle im Großen am Schlusse der *v. Höhnel*'schen Abhandlung giebt ebenfalls zu mancherlei Bedenken Anlaß. Indem *v. Höhnel* die Transspirationsgröße der jungen Versuchspflanzen auf 100 g Lufttrockengewicht der Blätter und auf Grund der hierdurch gewonnenen Zahlen nach erfolgter Feststellung der Trockensubstanz der Blätter eines größeren Baumes derselben Art und der von demselben eingenommenen Bodenfläche die Verdunstung von letzterer berechnete, glaubt er, für die Frage, ob die Regenmenge den Wasserbedarf der Bäume decken könne, entscheidende Daten zu gewinnen. Abgesehen von jenen Fällen, in welchen *v. Höhnel* der Calculation durch Schätzung gewonnene Größen zu Grunde legte, ist gegen die Zulässigkeit der bezeichneten Rechnungsweise zunächst einzuwenden, daß das Blatttrockengewicht ein wenig verläßlicher Maßstab für die Verdunstungsgröße der Pflanzen ist, weil die Functionen der Blätter in keinem proportionalen Verhältniß zu deren Gewicht stehen. Deshalb war die Uebertragung der erhaltenen Transspirationsgrößen junger Bäume auf bedeutend ältere nicht statthaft, um so weniger, als die Bäume des Waldes bei dichterem Stande sich unter anderen Vegetationsbedingungen befinden, als die Versuchspflanzen. Dazu kommt, daß bei diesen die directe Verdunstung aus dem Boden ausgeschlossen war, während in der Natur die Bodenfläche unter dem Laubdach nicht unbedeutende Mengen von Wasser abgiebt.

Aus vorstehenden Gründen glaubt Referent den Schluß ableiten zu dürfen, daß die Versuche *v. Höhnel*'s, so werthvolle Ergebnisse sie auch in anderer Beziehung geliefert haben, für die Entscheidung der hier behandelten Frage nicht genügend sind. Um hierin sicher zu gehen, wird es nothwendig sein, die Versuchspflanzen unter natürliche Verhältnisse zu bringen und die Zufuhr und Abgabe des Wassers von einer bestimmten Bodenfläche genau festzustellen. Die Bestimmung der Trans-

spirationsgrößen der Pflanzen an sich kann in gewisser Hinsicht von Interesse sein, bezüglich der meteorologischen Verhältnisse ist aber außerdem ohne Zweifel auch die directe Verdunstung aus dem Boden mit zu berücksichtigen, denn die Frage lautet: wie viel Wasser verdunstet eine mit Pflanzen bebaute Fläche von bestimmter Größe im Vergleich zu den durch die atmosphärischen Niederschläge derselben zugeführten Wassermengen.

Um zur Lösung dieser in mehrfacher Beziehung wichtigen Frage beizutragen, hat Referent im Jahre 1879 und 1880 mehrere Versuche ausgeführt, deren Anordnung und Resultate aus der folgenden Darstellung zu entnehmen sind.

Ausführung der Versuche.

Nachdem die in den Jahren 1874 und 1875 ausgeführten Versuche mit Lysimetern gezeigt hatten, daß man vermittelst dieser Apparate sowohl die Pflanzen genau denselben Bedingungen aussetzen kann, wie denjenigen, unter welchen sich die Gewächse auf freiem Felde entwickeln, als auch eine sichere Controle über die Wasserzufuhr und -Abgabe (durch Verdunstung und Versickerung) auszuüben im Stande ist, wurde dasselbe Verfahren mit größeren oder geringeren Modificationen bei den neuerdings angestellten Versuchen beibehalten. Von einer Bestimmung der Transspirationsgröße der einzelnen bebauten Bodenflächen während verschiedener Entwickelungsphasen der Gewächse wurde von vorherein Abstand genommen, weil es sich nur um die Entscheidung der Frage handelte, ob die während der Vegetationszeit gefallenen Regenmengen zur Deckung der in derselben Zeit verdunsteten Wassermengen ausreichend seien oder nicht.

Versuchsreihe I (1879 u. 1880).

Die Wasserverbrauchsmengen verschiedener sehr dicht stehender Kulturpflanzen im Vergleich zu den während der Vegetationszeit gefallenen Regenmengen.

In Versuch I und II bestanden die angewendeten Lysimeter aus 30 cm hohen Zinkkästen von quadratischem Querschnitt, welcher 400 □cm maß. Der Boden dieser Gefäße war durchlöchert. Unter demselben befand sich ein pyramidenförmiger Trichter, dessen Ränder mit den unteren Kanten des Gefäßes zusammengelöthet waren. An der tiefsten Stelle war ein Kautschukschlauch wasserdicht angesetzt, welcher in eine untergestellte Flasche einmündete. Die Lysimeter wurden im Frühjahr, kurz vor Beginn des Versuchs bis zum Rande mit der winterfeuchten Erde des Versuchsfeldes (humoser Kalksandboden) so gleichmäßig als möglich gefüllt, ebenso wie der Regenmesser auf einem Tisch aufgestellt, dessen

Platte mit einem Schlitz zur Durchführung der Gummischläuche versehen war, und bis zum Rande mit einem doppelten aus starken Brettern angefertigten Mantel umgeben, zwischen dessen äußerer und innerer Umhüllung sich ein 15 cm breiter, mit Erde ausgefüllter Raum befand. Letztere Vorrichtung hatte den Zweck, die seitliche Erwärmung des Bodens in den Verdunstungsgefäßen hintanzuhalten. In dem mit gelben Lupinen bestellten Lysimeter wurde statt der Ackererde Quarzsand verwendet.

Das Gewicht des feuchten Bodens in Versuch I betrug 14040 g, in Versuch II 13610 g, das des Quarzsandes in Versuch I 19270 g. Der Anbau erfolgte durch Ansaat, indem in jedem Gefäß auf 16 gleichmäßig vertheilten Pflanzstellen je 3 Körner ausgelegt und nach deren Auflaufen die Pflanzen bis auf eine verzogen wurden. Bei dem Grase, dem Rothklee und der Esparsette dagegen geschah der Anbau durch Pflanzung.

Mit Ausnahme der Pferdebohne, der Hirse und der gelben Lupine zeigten die Pflanzen normales Gedeihen. Die Pferdebohne wurde in beiden Jahren stark von Blattläusen befallen und dadurch in ihrem Wachsthum sehr geschädigt. Die Hirse, obwohl sie viel Blätter entwickelt hatte und den Boden gut bedeckte, wuchs außerordentlich langsam und brachte es nicht zur Entwickelung der Blüthenorgane. Die gelbe Lupine blieb niedrig, blühte und setzte einige wenige Schoten an; die Gesammtmasse war aber nicht von Belang.

Den praktischen Verhältnissen Rechnung tragend, wurden die Futterpflanzen zur Zeit der Blüthe einmal geschnitten.

Vom Tage der Saat bis zur Ernte, bei dem Grase, dem Klee und der Esparsette bis zum 1. Oktober wurden die Regenmengen und die durch den durchlöcherten Boden der Lysimeter in die untergestellten Flaschen[1]) absickernden Wassermengen nach Erforderniß täglich gemessen. Durch Wägung der Gefäße am Anfang und Ende des Versuchs, nach Entfernung der oberirdischen Organe der Pflanzen, ließ sich ermessen, um wie viel der Wassergehalt des Bodens zu- oder abgenommen hatte.[2])

Die Abrechnung zwischen Verdunstung und Niederschlag stellte sich wie folgt:

---

[1]) Um die Verdunstung des Wassers aus den Flaschen zu verhüten, war der Raum unter dem Tisch mit Holzrahmen, welche mit starker Leinwand überzogen waren, umstellt worden.

[2]) Das Gewicht der Lysimeter am Ende des Versuchs enthält auch dasjenige der Trockensubstanz der Wurzeln, welches in Abzug gebracht werden müßte. Da dasselbe sich jedoch nur mit großen Schwierigkeiten feststellen läßt und überdies so gering ist, daß es kaum in Betracht kommt, so ist es in den oben mitgetheilten Bilanzrechnungen unberücksichtigt geblieben.

Versuch I (1879).

	Erbse. 1.	Erbse. 2.	Pferdebohne.	Wicke.	Weiße Lupine.	Gelbe Lupine.	Rothklee.	Esparsette.	Buchweizen.	Senf.	Frühhafer.	Späthafer.	Gerste.	Gras. 1.	Gras. 2.
	ccm	ccm	ccm	ccm	ccm	ccm	ccm	ccm	ccm	ccm	ccm	ccm	ccm	ccm	ccm
Regen vom 1. Mai bis 9. August	**14986**	**14986**	—	**14986**	—	—	—	—	**14986**	**14986**	—	—	—	—	—
„ „ 1. „ „ 16. „	—	—	—	—	**15066**	—	—	—	—	—	**15066**	—	**15066**	—	—
„ „ 1. „ „ 12. September	—	—	**19571**	—	—	**19571**	—	—	—	—	—	**19571**	—	—	—
„ „ 1. „ „ 1. October	—	—	—	—	—	—	**22546**	**22546**	—	—	—	—	—	**22546**	**22546**
Fehlendes Wasser in den Gefäßen am Ende des Versuchs	1900	1670	1230	1710	1590	—	1110	920	1550	1580	2180	840	1790	—	220
Summa:	16886	16656	20801	16696	16656	19571	23656	23466	16536	16566	17246	20411	16856	22546	22766
Ueberschüssiges Wasser in den Gefäßen am Ende des Versuchs	—	—	—	—	—	1410	—	—	—	—	—	—	—	40	—
Disponible Wassermengen	16886	16656	20801	16696	16656	18161	23656	23466	16536	16566	17246	20411	16856	22506	22766
Davon ab die Sickerwasser mit	2065	1935	5006	2194	1979	6169	2018	2161	2304	1981	1935	3418	2005	4148	4679
Bleiben als verdunstetes Wasser	**14821**	**14721**	**15795**	**14502**	**14677**	**11992**	**21638**	**21305**	**14232**	**14585**	**15311**	**16993**	**14851**	**18358**	**18087**
Die Verdunstung war {größer (+) / geringer (—)} als die Regenmenge um:	-1,10%	-1,77%	-19,29%	-3,23%	-2,58%	-33,61%	-4,03%	-1,07%	-5,04%	-2,68%	+1,62%	-13,17%	-1,43%	-18,58%	-19,78%

Versuch II (1880).

	Erbse.	Pferdebohne.	Gelbe Sojabohne.	Schwarze Sojabohne.	Wicke.	Sommerroggen.	Hafer.	Weiße Kolbenhirse.	Sommerrübsen.	Mohn.
	ccm	ccm	ccm	ccm	ccm	ccm	ccm	ccm	ccm	ccm
Regen vom 20. April bis 14. August	**22845**	**22845**	—	—	—	**22845**	—	—	—	**22845**
„ „ 20. „ „ 20. „	—	—	—	—	—	—	—	—	**23491**	—
„ „ 20. „ „ 23. „	—	—	—	—	**24087**	—	—	—	—	—
„ „ 20. „ „ 10. September	—	—	—	—	—	—	**25915**	—	—	—
„ „ 20. „ „ 1. October	—	—	**28236**	**28236**	—	—	—	**28236**	—	—
Fehlendes Wasser in den Gefäßen am Ende des Versuchs:	—	—	—	—	—	—	790	—	350	—
Summa:	22845	22845	28236	28236	24087	22845	26705	28236	23841	22845
Ueberschüssiges Wasser am Ende des Versuchs	790	180	410	160	360	1210	—	220	—	1240
Disponible Wassermengen	22055	22665	27826	28076	23727	21635	26705	28016	23841	21605
Davon ab die Sickerwasser mit	3350	8433	4674	5554	1806	2872	4217	9264	1998	5043
Bleibt als verdunstetes Wasser	**18705**	**14232**	**23152**	**22522**	**21921**	**18763**	**22488**	**18752**	**21843**	**16562**
Die Verdunstung war geringer als die Regenmenge um:	18,08%	37,70%	18,01%	20,24%	8,99%	17,87%	13,22%	33,60%	6,59%	27,50%

In einem dritten Versuch wurden die betreffenden Pflanzen in Lysimetern kultivirt, welche eine Tiefe von 0,5 m und eine Grundfläche von 0,1 □m besaßen und bis zu 2 cm vom oberen Rande entfernt in die Erde eingelassen[1]) waren.

Das Gewicht der Erde in feuchtem Zustande betrug bei der Einfüllung 58590 g, der Wassergehalt derselben (durch Trocknen einer Durchschnittsprobe bei 105° C. erhalten) 22,17 %. Mit Hilfe eines Erdbohrers wurden nach der Ernte bis zur vollen Tiefe mehrere Bodenproben ausgehoben und in der Mittelprobe der Wassergehalt bestimmt. Derselbe stellte sich wie folgt:

Sommerrübsen	Erbse	Hafer
20,16 %	11,41 %	11,79 %.

Da das Gewicht des Bodens bekannt war, so ließ sich auch die absolute Menge des im Boden enthaltenen Wassers und somit für die ganze Vegetationsdauer (incl. Keimzeit) das Verhältniß zwischen Verdunstung und Niederschlag berechnen.

Versuch III (1880).

	Sommer-rübsen. Ernte 26. Juli. ccm	Erbsen. Ernte. 4. August. ccm	Hafer. Ernte. 9. September ccm
Die ursprünglich im Boden enthaltene Wassermenge	12989	12989	12989
Regen vom 19. April bis 26. Juli .	**43287**	—	—
„ „ 19. „ „ 4. August	—	**47647**	—
„ „ 19. „ „ 9. Septbr.	—	—	**63042**
Summa:	56276	60636	76031
Davon ab das am Ende des Versuchs im Boden enthaltene Wasser . .	11514	5873	6095
Bleiben:	44762	54763	69936
Durch den Boden sickerten ab . .	923	328	2047
Es verdunsteten demnach	**43839**	**54435**	67889
Die Verdunstung war größer als die Regenmenge um	1,26 %	12,47 %	7,28 %

1) Vergl. *E. Wollny*, a. a. O. p. 140.

Da gegen die im Bisherigen mitgetheilten Untersuchungen der Einwand erhoben werden könnte, daß die Pflanzen wegen nicht genügenden Schutzes der Randpflanzen den Winden und der Insolation in höherem Grade ausgesetzt gewesen seien, als die Pflanzen auf dem Ackerlande, wurde ein IV. und V. Versuch nach einem Verfahren eingeleitet, welches allen Anforderungen gerecht werden dürfte. In der Mitte von je vier, 10 □m großen Parzellen wurde ein mit Brettern verkleideter Schacht von 50 cm Tiefe gebildet, in welchen ein dicht anschließender Zinkkasten von quadratischem, 400 □cm großem Querschnitt bis zum oberen Rande versenkt werden konnte. Dieser Zinkkasten, ebenfalls 50 cm hoch, besaß einen doppelten Boden, der untere war mit einer ca. 2 cm weiten und in eine kurze Röhre auslaufenden, durch einen Kautschukstöpsel dicht verschließbaren Oeffnung versehen, der 10 cm darüber befindliche war durchlöchert. Im Frühjahr resp. im Herbste oder Sommer des Vorjahres (Winterroggen und Rothklee) wurden die Parzellen sowohl als auch die mit Erde[1]) gefüllten und in den Schacht versenkten Verdunstungskästen breitwürfig und dicht mit den unten näher bezeichneten Pflanzen besäet.

Die durch den Boden sickernden Wassermengen sammelten sich in dem unter dem durchlöcherten Boden befindlichen Raum an und wurden gelegentlich abgelassen und gemessen. Damit bei dem Herausheben der Gefäße die Pflanzen in denselben und in der Umgebung keine Verletzung erlitten, wurde bei jeder Ablesung über die Parzellen eine 180 cm hohe Holzbrücke gestellt, von welcher aus die Kästen mit Hilfe von starken Drähten, welche an den Handhaben derselben mit dem einen Ende befestigt waren, aus der Erde gehoben werden konnten.

Bei den perennirenden Pflanzen wurde der Versuch gleichzeitig mit den Sommerfrüchten im Frühjahr begonnen, nachdem man während des Winters als auch im Frühjahr das im Grunde angesammelte Wasser zuvor abgelassen hatte. Im Uebrigen war das Verfahren bei der Berechnung der Verdunstung dasselbe wie in Versuch I und II.

---

[1]) Die Erde wurde in dem Feuchtigkeitszustande eingefüllt, welchen sie auf den brachliegenden Parzellen des Feldes besaß.

Versuch IV (1879).

	Erbsen. ccm	Roth-klee. ccm	Gerste. ccm	Winter-roggen. ccm
Regen vom 20. April bis 8. August . .	—	—	—	13718
„ „ 20. „ „ 22. „ . .	—	—	16336	—
„ „ 20. „ „ 27. „ . .	18622	—	—	—
„ „ 20. „ „ 1. October . .	—	23616	—	—
Fehlendes Wasser in den Gefäßen am Ende des Versuchs	1350	—	2580	2060
Summa:	19972	23616	18916	15778
Ueberschüssiges Wasser in den Gefäßen am Ende des Versuchs	—	780	—	—
Disponible Wassermengen	19972	22836	18916	15778
Davan ab die Sickerwasser mit	1985	5273	3354	960
Bleibt als verdunstetes Wasser	17987	17563	15562	14818
Die Verdunstung war {größer (+) / geringer (—)} als die Regenmenge um:	—3,95%	—25,63%	—4,74%	+8,02%

Versuch V (1880).

	Sommer-roggen. ccm	Hafer. ccm	Roth-klee. ccm	Bohnen. ccm
Regen vom 20. April bis 14. August . .	22845	22845	—	—
„ „ 20. „ „ 10. September .	—	—	—	25915
„ „ 20. „ „ 1. October . .	—	—	28236	—
Fehlendes Wasser in den Gefäßen am Ende des Versuchs	—	—	1930	—
Summa:	22845	22845	30166	25915
Ueberschüssiges Wasser in den Gefäßen am Ende des Versuchs	3410	1630	—	2450
Disponible Wassermengen	19435	21215	30166	23465
Davon ab die Sickerwasser mit	2113	1635	6658	5506
Bleibt als verdunstetes Wasser	17322	19580	23508	17959
Die Verdunstung war geringer als die Regenmenge um:	24,18 %	14,29 %	16,74 %	30,70 %

Die bisher mitgetheilten Zahlen lassen deutlich erkennen,

daß in der Mehrzahl der Fälle die während der Vegetationszeit gefallene Regenmenge zum Ersatz des Verdunstungsverlustes der mit landwirthschaftlichen Kulturpflanzen bebauten Flächen ausreicht, und

daß in denjenigen Fällen, in welchen die verdunstete

daß trotz der Thatsache, daß die von den Pflanzen verdunstete Wassermenge größer ist, als die gefallene Regenmenge, das dadurch entstehende Deficit durch die vor Beginn der Vegetation im Boden angehäufte Feuchtigkeit mehr als gedeckt wird.

Es zeigt sich ferner:

daß die verdunsteten Wassermengen den durch die Niederschläge zugeführten sehr nahe stehen.

Letzteres stimmt mit der anderweitig vom Referenten und anderen Forschern constatirten Thatsache überein, daß der Boden unter einer Decke vegetirender, krautartiger Pflanzen bis in große Tiefen in außerordentlichem Grade austrocknet, wenn die Niederschläge nicht sehr ergiebig sind, und daß daher unter solchen Umständen die zur Speisung der unterirdischen Wasserläufe disponibel werdenden Wassermengen sehr gering, bei sehr dichtem Stande der Pflanzen gleich Null sind[1]). Die Transspiration der Pflanzen ist eben eine ganz beträchtliche: daß sie aber niemals größer sein kann, als das aus den atmosphärischen Niederschlägen direct oder indirect stammende Bodenwasser, geht nicht allein aus den vorstehenden Untersuchungen hervor, sondern kann schon a priori aus dem Umstande abgeleitet werden, daß nach den vorliegenden zahlreichen Versuchen die Pflanzen für ihren Bedarf auf das Wasser des Bodens ausschließlich angewiesen sind. Je größer die Wasserzufuhr, um so üppiger ist innerhalb gewisser Grenzen die Entwickelung der transspirirenden oberirdischen Organe[2]) und dem entsprechend auch um so größer die Verdunstung durch letztere und umgekehrt. Die Transspiration ist demnach vollständig von der Bodenfeuchtigkeit[3]) und unter sonst gleichen Verhältnissen bis zu einem gewissen Grade von der Größe der verdunstenden Oberfläche, d. h. von der Entwickelung und der Standdichte der Pflanzen abhängig.

Den in letzterer Beziehung sich geltend machenden Einflüssen hat Referent ebenfalls in einer Reihe von Untersuchungen nachgeforscht.

---

[1]) *E. Wollny,* a. a. O. p. 107—113. und p. 140—167.

[2]) Vergl. die Versuche v. *H. Hellriegel.* Landw. Centralblatt für Deutschland. 1871. II. p. 194.

[3]) Das Wasser übt dieselbe Wirkung auf die Pflanze aus, wie jeder der nothwendigen Nährstoffe, wenn auch zum Theil in einem anderen Sinne. In den älteren, in Bezug auf die oben ventilirte Frage angestellten Versuchen hat man diesem Umstand nicht genügend Rechnung getragen, sonst würde man eher auf die Unmöglichkeit der Versuchsresultate gekommen sein.

Versuchsreihe II (1879 u. 1880).

Die Wasserverbrauchsmengen verschiedener Kulturpflanzen bei verschiedener Standdichte und Entwickelung im Vergleich zu den während der Vegetationszeit gefallenen Regenmengen.

Die Versuchsanordnung in dieser Reihe war der der ersten vollständig analog.

Versuch I–VI (1879 u. 1880).

Die Wasserverbrauchsmengen der Pflanzen bei verschiedener Standdichte.

Nach dem in den Versuchen I und II, Versuchsreihe I, angegebenen Verfahren wurden die Lysimeter mit feuchter Ackererde beschickt, in welcher Erbsen und Hafer bei verschiedener Standdichte angebaut wurden. Die Pflanzen standen in den Gefäßen gleich weit von einander entfernt. Die Körner, aus welchen die Pflanzen hervorgingen, wurden behufs gleichmäßiger Entwickelung von möglichst übereinstimmender Größe ausgesucht. Um das Umlegen der Erbsen zu verhüten, wurden in den vier Ecken der Lysimeter dünne Holzstäbe von entsprechender Länge in die Erde gesteckt und zwischen denselben Bindfaden ausgespannt, durch welchen die Pflanzen in ihrer aufrechten Stellung erhalten wurden.[1])

Die Größe der Verdunstung ergiebt sich aus folgenden Zusammenstellungen:

Versuch I (1879).

	Erbsen.				
	1	4	9	16	25
	Pflanzen.				
	ccm	ccm	ccm	ccm	ccm
Regen vom 1. Mai bis 9. August	**14986**	**14986**	**14986**	**14986**	**14986**
Fehlendes Wasser in den Gefäßen am Ende des Versuchs . . .	2060	1980	1890	1900	1700
Disponible Wassermengen . . .	17046	16966	16870	16886	17686
Davon ab die Sickerwasser mit:	2729.	2366	2197	2065	2044
Bleiben als verdunstetes Wasser:	**14317**	**14600**	**14673**	**14821**	**15642**
Die Verdunstung war {größer (+) / geringer (—)} als die Regenmenge um:	— 4,46 %	— 2,57 %	— 2,09 %	— 1,10 %	+ 4,19 %

[1]) Dieses Verfahren wurde überhaupt bei allen sich leicht lagernden Pflanzen in sämmtlichen Versuchen in Anwendung gebracht.

Versuch II (1880).

	Erbsen.				
	1	4	9	16	25
	Pflanzen.				
	ccm	ccm	ccm	ccm	ccm
Regen vom 20. April bis 14. Aug.	**22845**	**22845**	**22845**	**22845**	**22845**
Ueberschüssiges Wasser in den Gefäßen am Ende des Versuchs	860	650	730	790	710
Disponible Wassermengen . . .	21985	22195	22115	22055	22135
Davon ab die Sickerwasser mit:	6060	3860	3382	3350	3012
Bleibt als verdunstetes Wasser:	**15925**	**18335**	**18733**	**18705**	**19123**
Die Verdunstung war geringer als die Regenmenge um:	30,29 %	19,74 %	18,00 %	18,12 %	16,29 %

Versuch III (1879).

	Hafer.				
	1	4	9	16	25
	Pflanzen.				
	ccm	ccm	ccm	ccm	ccm
Regen vom 1. Mai bis 12. Sept.	**19571**	**19571**	**19571**	**19571**	—
„ „ 1. „ „ 20. Aug.	—	—	—	—	**16336**
Fehlendes Wasser in den Gefäßen am Ende des Versuchs . . .	1190	980	870	840	1940
Disponible Wassermengen . . .	20761	20551	20441	20411	18276
Davon ab die Sickerwasser mit:	4680	3667	3503	3418	1941
Bleiben als verdunstetes Wasser:	**16081**	**16884**	**16938**	**16993**	**16335**
Die Verdunstung war geringer als die Regenmenge um:	17,83 %	13,71 %	13,45 %	13,17 %	0,0

Versuch IV (1880).

	Hafer.				
	1	4	9	16	25
	Pflanzen.				
	ccm	ccm	ccm	ccm	ccm
Regen vom 20. April bis 10. Sept.	**25915**	**25915**	**25915**	**25915**	**25915**
Fehlendes Wasser in den Gefäßen am Ende des Versuchs . . .	790	1015	860	790	650
Disponible Wassermengen . . .	26705	26930	26775	26705	26565
Davon ab die Sickerwasser mit:	4172	4667	4850	4308	3557
Bleibt als verdunstetes Wasser:	**22533**	**22263**	**21925**	**22397**	**23008**
Die Verdunstung war geringer als die Regenmenge um:	13,07 %	14,09 %	15,38 %	13,58 %	11,22 %

In zwei weiteren Versuchen wurden Lysimeter von 0,5 Tiefe und 0,1 □m Grundfläche verwendet, welche in die Erde eingegraben waren (siehe Versuch III, Versuchsreihe I).

Das Gewicht des feuchten Bodens betrug 60000 g, der Wassergehalt desselben am Anfang des Versuchs 19,50 %, nach Aberntung der betreffenden Pflanzen:

	Erbsen			
	3	6	12	24 Pflanzen
am 12. August	14,76 %	13,82 %	14,03 %	15,13 %
	Hafer			
am 12. September	18,20 %	17,77 %	16,42 %	16,52 %.

Die übrigen Verhältnisse ergeben sich aus den folgenden Tabellen:

Versuch V (1879).

	Erbse.			
	3	6	12	24
	Pflanzen.			
	ccm	ccm	ccm	ccm
Die ursprünglich im Boden enthaltene Wassermenge	11700	11700	11700	11700
Regen vom 1. Mai bis 12. August . .	39259	39259	39259	39259
Summa:	50959	50959	50959	50959
Davon ab das am Ende des Versuchs im Boden enthaltene Wasser	8360	7745	7880	8150
Bleiben:	42599	43214	43075	42809
Durch den Boden sickerten	6266	7214	6528	4604
Es verdunsteten demnach	36333	36000	36547	38145
Die Verdunstung war geringer als die Regenmenge um:	7,45 %	8,30 %	6,91 %	2,83 %

Versuch VI (1879).

	Hafer.			
	3	6	12	24
	Pflanzen.			
	ccm	ccm	ccm	ccm
Die ursprünglich im Boden enthaltene Wassermenge	11700	11700	11700	11700
Regen vom 1. Mai bis 12. September .	51147	51147	51147	51147
Summa:	62847	62847	62847	62847
Davon ab das am Ende des Versuchs im Boden enthaltene Wasser	10745	10440	9490	9560
Bleiben:	52102	52407	53357	53287
Durch den Boden sickerten	7328	6148	3825	3236
Es verdunsteten demnach	44774	46259	49532	50051
Die Verdunstung war geringer als die Regenmenge um:	12,46 %	9,75 %	3,15 %	2,14 %

Wie die vorstehenden Zahlen darthun, ist

1. die Wasserverdunstung aus dem angebauten Boden um so größer, je dichter die Pflanzen stehen, und
2. das Verhältniß der Regenmenge zu dem Transspirationsverlust um so günstiger, je geringer die Dichtheit des Pflanzenstandes ist.

Eines besonderen Commentars werden vorstehende Sätze nicht bedürfen. Je mehr Pflanzen auf einer bestimmten Fläche stehen, um so größer ist, abgesehen von Nebenumständen[1]), die Zahl der verdunstenden Blätter und dem gemäß die Wasserentnahme aus dem Boden.

Die Bodenfeuchtigkeit reicht bei sehr engem Stande der Pflanzen nicht immer aus, um den Transspirationsverlust durch die oberirdischen Organe zu decken, eine Erscheinung, welche sich zwar aus den vorbezeichneten Versuchen wohl vermuthen läßt, aber nicht direct, dagegen aus anderen Untersuchungen[2]) des Referenten ergiebt. Nach diesen kann auf Bodenarten, welche nur wenig Wasser zu fassen vermögen, bei sehr dichtem Stande die Wasserentnahme seitens der Pflanzen so groß werden, daß letztere noch vor Abschluß ihrer vollständigen Entwickelung absterben. Einige sehr eclatante Fälle werden in einer im ersten Heft des nächsten Jahrgangs des Journals für Landwirthschaft erscheinenden Abhandlung des Referenten zur Mittheilung gelangen.

Die vorstehenden Darlegungen lassen mit Bestimmtheit erkennen:

1. daß für die Wasserverbrauchsmengen unserer landwirthschaftlichen Kulturgewächse die Dichtheit des Pflanzenstandes von maßgebendstem Einfluß ist, und
2. daß auf allen Bodenarten, welche wegen ihrer physikalischen Beschaffenheit geringe Mengen von Wasser enthalten unter Umständen der Verdunstungsverlust bei übermäßig engem Stande der Pflanzen durch das vor und während der Vegetation zugeführte atmosphärische Wasser nicht gedeckt wird, in Folge dessen die Pflanzen vor ihrer normalen Entwickelung vertrocknen.

---

[1]) Vergl. *E. Wollny*, a. a. O. p. 126—128.

[2]) *E. Wollny*, Untersuchungen über die zweckmäßigste Ausführung der Saat. Zweiter Bericht. Landwirthschaftliche Mittheilungen aus Bayern. München 1876. p. 34—49.

Als weitere Consequenz aus diesen Sätzen ergiebt sich, daß die Verdunstung des mit Pflanzen bestandenen Bodens um so ergiebiger sein muß, je üppiger sich bei übrigens gleichen Lebensbedingungen die oberirdischen Organe entfalten, denn mit der vermehrten Entwickelung derselben nimmt die verdunstende Oberfläche zu. Ebenso läßt sich vermuthen, daß Pflanzen mit längerer Vegetationsdauer mehr Wasser exhaliren werden, als solche mit kurzer.

Um festzustellen, inwieweit diese Voraussetzungen mit den thatsächlichen Verhältnissen in Uebereinstimmung zu bringen sind, hat Referent die nachfolgend beschriebenen Experimente ausgeführt.

Versuch VII (1880).

Der Einfluß der Düngung auf die Wasserverbrauchsmengen der landwirthschaftlichen Kulturpflanzen.

Im Frühjahr wurden 2 in die Erde gegrabene Lysimeter[1]) mit winterfeuchtem Boden gefüllt und die Oberfläche desselben mit dicht bewachsenen Rasenstücken belegt, welche sehr bald anwurzelten. Durch Aufgießen von Jauche in Intervallen von ca. 4 Wochen wurde das Wachsthum der einen Grasfläche in ganz hervorragender Weise gefördert, während die andere, welche statt mit Jauche mit einer gleichen Quantität von destillirtem Wasser angefeuchtet wurde, eine geringere Entwickelung der Pflanzen zeigte. Ende Juni wurden beide Flächen gleichzeitig abgemäht.

Die Wägungen ergaben:

am Anfang des Versuchs

Gewicht des Bodens	Wassergehalt des Bodens
58580 g	22,17 %

am Ende des Versuchs

Wassergehalt des

gedüngten Graslandes	ungedüngten Graslandes
22,93 %	24,77 %.

Die Bilanz zwischen Verdunstung und Niederschlag stellte sich folgendermaßen heraus:

[1]) Von 0,5 m Tiefe und 0,1 □m. Grundfläche.

	Gras. Gedüngt. ccm	Gras. Ungedüngt ccm
Die ursprünglich im Boden enthaltene Wassermenge	12989	12989
Regen vom 19. April bis 1. November	86008	86008
Künstlich zugeführt	1000	1000
Summa	99997	99997
Davon ab das am Ende des Versuchs im Boden enthaltene Wasser	13567	15011
Bleiben	86430	84986
Durch den Boden sickerten ab	6504	14530
Es verdunsteten demnach	**79926**	**70456**
Die Verdunstung war geringer als die Regenmenge um	7,07 %	18,08 %

Nach diesen Zahlen war

die Wasserverdunstung der gedüngten Pflanzen eine bedeutend größere als der nicht gedüngten.

Dieses Resultat stimmt mit den Ergebnissen der *Gilbert*'schen Untersuchungen[1]) überein, in welchen der gedüngte Grasboden bis in größere Tiefen geringere Mengen von Wasser enthielt, als der ungedüngte, wie folgende Tabelle zeigt:

		Ungedüngt.	Mit Mineraldünger und Ammoniaksalzen gedüngt.	Mit Mineraldünger und salpeters. Salzen gedüngt.
Heuernte 1870 per acre Cwt.		$5^3/_4$	$29^1/_2$	$56^1/_4$
Wassergehalt des Bodens in verschiedenen Tiefen:		%	%	%
am 25. u. 26. Juli 1870.	erste 9 Zoll	10,83	13,00	12,16
	zweite „ „	13,34	10,18	11,80
	dritte „ „	19,23	16,46	15,65
	vierte „ „	22,71	18,96	16,30
	fünfte „ „	24,28	20,54	17,18
	sechste „ „	25,07	21,34	18,06
	Mittel:	**19,24**	**16,75**	**15,19.**

[1]) *J. H. Gilbert*, on rainfall, evaporation and percolation. Proceedings of the Institution of Civil Engineers. London 1876. vol. XIV. part. III.

Genau dieselben Resultate erhielt Referent im Jahre 1880:

		Ackerbohnen.	
		Gedüngt.	Ungedüngt.
Wassergehalt des Bodens am	12. Juli	22,36 %	26,67 %
„ „ „ „	26. „	11,54 „	17,17 „
„ „ „ „	26. August	19,79 „	20,96 „
		Hafer.	
„ „ „ „	26. Juli	15,16 „	16,32 „.

Die Erklärung für die aus den mitgetheilten Zahlen hervorgehenden Gesetzmäßigkeiten wird nach obigen Darlegungen über den Einfluß der Dichtheit des Pflanzenstandes auf die Wasserverdunstung aus dem Boden leicht zu finden sein. Auf dem mit Nährstoffen reichlich versehenen Boden ist die Entwickelung der ober- und unterirdischen Organe, sowie die Bestockung naturgemäß üppiger, die verdunstende Oberfläche und die Wasseraufnahme seitens der Wurzeln in Folge dessen eine größere als auf dem mageren Boden. Der letztere kann demnach nicht so viel Wasser verlieren als der erstere.

Aehnliche Verschiedenheiten wie auf gedüngtem und ungedüngtem Boden treten in der Entwickelung der Pflanzen hervor, wenn dieselben bei gleichem Saatquantum aus verschieden großen Körnern gezogen wurden. Je größer letztere sind, um so kräftiger ist die Ausbildung aller Organe der Pflanzen und demgemäß auch die Wasserentnahme aus dem Boden.

Versuch VIII (1880).

Der Einfluß der Saatzeit und Vegetationsdauer auf die Wasserverbrauchsmengen der landwirthschaftlichen Kulturpflanzen.

Nicht unerhebliche Unterschiede in der Entwickelung der Pflanzen machen sich bemerkbar, wenn der Anbau zu verschiedenen Zeiten erfolgte. Innerhalb gewisser Grenzen sind die Erträge und das Wachsthum der Pflanzen um so kräftiger, je zeitiger die Saat ausgeführt wurde. Nach den vorgehenden Mittheilungen wird daher im Voraus angenommen werden können, daß die von dem besäeten Ackerlande verdunsteten Wassermengen bei früher Saat größer ausfallen müssen, als bei später, zumal bei letzterer die Vegetationszeit beträchtlich abgekürzt wird, insofern im Allgemeinen die Reifezeiten geringere Differenzen zeigen als die Saatzeiten.

Diese Voraussetzungen ließen sich in der That durch das Experiment bestätigen. Letzteres wurde genau in derselben Weise ausgeführt, wie in Versuch VII, Reihe II, näher beschrieben. Es betrug

	das Gewicht	der Wassergehalt
	des Bodens	
am Anfang des Versuchs	58590 g	22,17 %,

	der Wassergehalt des Bodens		
	I. Saatzeit	II. Saatzeit	III. Saatzeit
am Ende des Versuchs	11,41 %	21,49 %	22,94 %.

Die Zahl der Pflanzen belief sich in jedem Lysimeter auf 16. Die übrigen Verhältnisse sind aus folgender Tabelle ersichtlich:

	Erbsen.		
	Saatzeit 1. 19. April. ccm	Saatzeit 2. 29. April. ccm	Saatzeit 3. 9. Mai. ccm
Die ursprünglich im Boden enthaltene Wassermenge	12989	12989	12989
Regen vom 19. April bis 4. August .	47647	—	—
„ „ 19. „ „ 14. „ .	—	55464	55464
Summa:	60636	68453	68453
Davon ab das am Ende des Versuchs im Boden enthaltene Wasser . . .	5873	12482	13563
Bleiben:	54763	55971	54890
Durch den Boden sickerten	328	2610	3368
Es verdunsteten demnach	54435	53361	51522
Die Verdunstung war {höher (+) / geringer (—)} als die Regenmenge um:	+12,47 %	—3,79 %	—7,38 %

Aus diesen Zahlen geht deutlich hervor,

daß die Wasserverbrauchsmengen der landwirthschaftlichen Kulturpflanzen im Allgemeinen um so höher ausfallen, je zeitiger die Saat erfolgte.

Dieser Satz hat selbstverständlich nur dann Giltigkeit, wenn die früher angebauten Pflanzen sich üppiger entwickeln, als die später angesäeten; wo dies nicht der Fall ist oder wo bei zeitiger Saat Pflanzen ausbleiben und dadurch der Stand dünner wird, wird die Wasserverdunstung niedriger ausfallen.

Für die größere Verdunstung der frühen Saaten spricht außer der

üppigeren Entwickelung derselben noch der Umstand, daß bei längerem Vegetiren die Zeit, während welcher die Verdunstung stattfindet, vergrößert wird.

Dies zeigen in eclatanter Weise die Resultate des Versuchs III und Versuchsreihe I.

Es verdunsteten von	0,1 □m Fläche			0,04 □m Fläche	
	Sommerrübsen ccm	Erbsen ccm	Hafer ccm	Frühhafer ccm	Spähafer ccm
	43839	54435	67889	15311	16993
Die Vegetationszeit[1]) betrug in Tagen	98	107	143	108	135

Hieraus folgt,

daß die Verdunstung seitens der Pflanzen bei gleicher Standdichte mit der Vegetationsdauer derselben steigt und fällt.

Ueberblickt man sämmtliche Versuchsresultate dieser Reihe, so wird nicht geleugnet werden dürfen, daß die Wasserentnahme unter sonst gleichen Verhältnissen in erheblicher Weise von der Dichtheit des Pflanzenstandes und dem Grade der Entwickelung der Organe abhängig ist. Berücksichtigt man außerdem die übrigen Momente (Licht-, Wärmeintensität, Bodentemperatur, Luftströmungen, Feuchtigkeitsgehalt der Luft und des Bodens, physikalische und chemische Beschaffenheit des Bodens, Vertheilung und Größe der Niederschläge, Entwickelungsstadium u. s. w.), welche die Verdunstung aus den Pflanzen in verschiedenem Grade, zu verschiedenen Zeiten in stets wechselvoller Zusammenwirkung beherrschen, so kann von dem Bestreben, das absolute Wasserbedürfniß der Kulturgewächse ausfindig zu machen, ein übereinstimmendes Resultat, selbst innerhalb weitgesteckter Grenzen, und demgemäß ein effectiver Nutzen für die landwirthschaftliche Praxis nicht erwartet werden.

Schließlich mögen noch bezüglich des Verhältnisses der Verdunstung zu den Regenmengen in den Versuchen dieser Reihe einige Bemerkungen Platz finden. Fast ausnahmslos reichten die atmosphärischen Niederschläge zur Befriedigung des Wasserbedürfnisses und um so mehr aus, je feuchter

[1]) Von der Saat bis zur Ernte gerechnet.

die Witterung während der Vegetationszeit (vergl. Versuch I mit II[1]) und je lichter der Stand der Pflanzen, und je weniger kräftig ihr Wachsthum war (vergl. Versuch I—III, V u. VI, resp. VII u. VIII). Nur bei sehr dichtem Stande (Versuch I) und zeitiger Saat (Versuch VIII) war die verdunstete Wassermenge größer als die zugeführte. Indessen reicht das in der vegetationsfreien Zeit im Boden angesammelte Wasser, wie die betreffenden Zahlen zeigen, hinlänglich aus, um das Deficit zu decken. Rücksichtlich der absoluten Größe der Verdunstung lieferten die Versuchsresultate dieser Reihe, wie die der ersten den Beweis, daß der Transspirationsverlust aus den oberirdischen Organen der Pflanzen ein sehr beträchtlicher und quantitativ von dem Niederschlage im Allgemeinen nur wenig verschieden ist.

Neue Litteratur.

J. B. Lawes und J. H. Gilbert. **Unser Klima und unsere Weizenernten.** (Our climate and our wheat-crops). Journal of the royal agricultural society of England. 1880. Vol. XVI. Part 1.

Die Verfasser besprechen zuerst in einer allgemeinen Einleitung die Ungunst des englischen Klimas für die Weizenkultur und kommen dann auf die Wichtigkeit der Atmosphäre, resp. der Lufttemperatur für das Wachsthum der Pflanzen zurück. Sie gehen sodann zur Besprechung des Einflusses des Klimas auf die Ernteerträge der in Betracht zu ziehenden Jahre über.

Als Basis ihrer Betrachtung dienen den Verfassern die am Observatorium zu Greenwich angestellten Beobachtungen über Temperatur und Menge des gefallenen Regens. Es werden die Berichte von 108, resp. 62, resp. 55 Jahren in's Auge gefaßt und aus ihnen das Mittel in der Weise gezogen, daß als Erntejahr die Zeit von Anfang Oktober bis zur Ernte gerechnet wird. Außerdem wird ab und an das Urtheil von *Tooke* und *Newmarch* über das betr. Erntejahr angezogen.

Verfasser besprechen zuerst die vier aufeinanderfolgenden Jahre 1832, 33, 34 und 35, welche außerordentlich reiche Ernten, vielleicht die besten dieses Jahrhunderts ergaben.

Um das Verhältniß zwischen Klima und Ernteertrag während dieser vier Jahre festzustellen, beschreiben Verfasser die Temperatur- und Regenverhältnisse von Jahr zu Jahr in eingehender Weise.

1832. Die Durchschnittstemperatur während der Monate Oktober, November und December 1831, sowie die des Januars 1832 war bedeutend über dem Durchschnitt; Februar und März dagegen waren kälter wie sonst, April, Mai und Juli blieben unter dem Mittel, während August die Durchschnittstemperatur hatte.

Im Oktober fiel überschüssiger Regen; im November und December die Durch-

[1]) Vergl. ferner Versuch 1 mit II, Reihe I.

schnittsmenge, während Januar unter dem Mittel blieb. Februar und März hatten die durchschnittliche Regenmenge. Im April, Mai und Juli, sowie im September fiel verhältnißmäßig wenig Regen, während ein Ueberschuß an diesem im Juni und August zu verzeichnen war.

Tooke und *Newmarch* sagen von dieser Saison: der Winter war klar, der Frühling von mittlerer Güte für das Wachsthum der Pflanzen, der Sommer trübe und endlich im August verursachten schwere Regenschauer einen großen Verlust des Ernteertrages.

Trotzdem war die Ernte südlich von Yorkshire eine reichliche.

1833. Oktober, November, December und Februar waren wärmer wie gewöhnlich, April kälter, Mai ungewöhnlich heiß, Juni ebenso, mit einem hohen Regenfall, der aber auf heftige Gewitterschauer um die Mitte des Monats zurückzuführen ist.

Tooke und *Newmarch* sagen über 1833: Der Winter war feucht und mild, der Frühling mit Ausnahme der Woche des März naß, Mai und der größte Theil des Juni sehr schön; Juli und der Herbst waren dem Reifen und Einheimsen außerordentlich günstig. Die Halme standen auf dem Felde freilich dünn, „streuten“ aber gut.

Diese zweite Serie einer reichlichen Weizenernte war somit in einem milden und mäßig nassen Winter und Frühjahr gewachsen. Nur Januar und März waren kalt, der übrige Theil des Frühjahrs und Sommers warm und trocken, und die Monate Juli und August, dem Reifen der Ernte sehr günstig.

1834. November, December und Januar waren naß und warm; Februar, März, April und Mai sehr trocken und Juni erreichte kaum den durchschnittlichen Regenfall. Im Juli war die gefallene Regenmenge sehr groß, was jedoch auf ein um London wüthendes Gewitter zurückzuführen ist. August zeigte ein Plus, September ein Minus an Regen.

Tooke und *Newmarch* sagen: daß 1834 der Winter mild und feucht war, der Frühling zeitig eintrat, der Sommer bei hoher Temperatur der Vegetation günstig war; ebenso wie das Wetter des Herbstes dem Reifen der Ernte bedeutenden Vorschub leistete.

Diese Weizenernte, welche bis jetzt eine der besten des Jahrhunderts ist, hat von Anfang an bis zur Ernte eine höhere wie Durchschnittstemperatur gehabt, und wir sehen den Einfluß der Wärme im Vergleich zu anderen Jahrgängen scharf hervortreten. Nach einem Uebermaß von Regen während des Winters herrschte vier Monate hindurch nie Mangel an Regen; dann fielen bei sehr warmer Witterung heftige Regen.

1835. Die Temperatur war in jedem Monat über dem Durchschnitt, mit Ausnahme des März, der das gewöhnliche Mittel hatte. Im Februar, März, Mai und Juni fiel ein Ueberschuß von Regen, während Oktober, November, December, Januar, April, Juli und August die durchschnittliche Regenmenge hatten.

Tooke und *Newmarch* beobachteten, daß dieser Winter ebenso klar und ebenso frei von Frost und Schnee war, wie die drei vorhergehenden, daß der Frühling nur günstig auf die Entwickelung der Pflanzen einwirken konnte und der Sommer außerordentlich fein (brillantly fine) bis Ende Juni gewesen sei. Schwere Regen legten freilich Ende Juni das Getreide; das im Juli herrschende ausgezeichnete Wetter ersetzte aber den Schaden. Die Ernte ergab ein vollwichtiges Korn in hinreichender Menge, das jedoch in Qualität und Quantität dem von 1834 nachstand.

Diese vier aufeinanderfolgenden, reichlichen Weizenernten hatten alle einen milden und klaren Winter, einen ebensolchen Frühling und einen Sommer gehabt, in dem wenigstens die Durchschnittstemperatur erreicht wurde. In jeder Saison waren Monate, welche sich durch reichlichen Regen auszeichneten. Andererseits blieben auch verschiedene Monate unter der durchschnittlichen Regenmenge und dieses war besonders in dem Jahre (1834) der Fall, in dem eine außerordentlich günstige Ernte erzielt wurde.

Die Verfasser gehen dann direkt zur Beschreibung der von ihnen selbst in Rothamsted angestellten Versuche über.

1854. November hatte ungefähr die Durchschnittstemperatur, während December unter dieser blieb; beide Monate waren rauh, ebenso verschiedene Wochen des Januar und Februar mit bedeutendem Schneefall im Januar, trotz des letzteren war die Temperatur während der Monate Januar, Februar, März und April über dem Durchschnitt, während Mai, Juni und Juli unter diesem blieben. Im Oktober fiel zuviel, von November bis incl. April nur die Hälfte der durchschnittlichen Regenmenge, Mai und Juni hatten zuviel, Juni und Juli zu wenig Regenfall im Vergleich zur Durchschnittsmenge.

Tooke und *Newmarch* sagen, daß der Mai kalt und feucht, Juni kalt und unfruchtbar war und weniger Sonne als gewöhnlich hatte. Juli hatte keinen einzigen Tag mit richtiger Sommertemperatur. Die Ernte, obwohl das Einheimsen durch klimatische Verhältnisse um 10—14 Tage verspätet wurde, war seit 1834 die reichste, sowohl an Korn wie an Stroh.

1857. Von November bis April herrschte fast Durchschnittstemperatur, Mai, Juni, Juli und August überschritten dieselbe. Mit Ausnahme des Januar fiel von Oktober bis Mai incl. weniger Regen, wie dem Durchschnitt entspricht, Juni und August hatten mehr, Juli weniger.

Die in diesem Jahre erzielte Ernte, welche ein schweres Korn bei geringem Strohertrag ergab, war in einem Durchschnittswinter, zeitigen Frühjahr und einem heißen Sommer gewachsen. Diese ganze Periode zeichnete sich durch eine geringe Regenmenge aus.

1863. Mit Ausnahme des November war jeder Monat über der Durchschnittstemperatur. December war z. B. 4,4°, Januar 5,2°, Februar 3,4°, März 2,8°, April 3° (sämmtlich nach *Fahrenheit*) über dem Durchschnitt.

Der Winter war ungewöhnlich warm und trocken und brachte die Pflanzen rasch zur Entwickelung.

Die Ernte dieses Jahres war auf dem den Verfassern zur Verfügung stehenden Versuchsfelde die ertragreichste seit 44, sowohl an Stroh als auch an Korn, jedoch im Durchschnitt für ganz England die beste seit 34.

Diese Periode zeichnete sich bei ganz ausgezeichneter Ernte durch einen äußerst milden Winter und durch zeitig eintretendes Frühjahr bei bedeutend weniger Regen, als die Durchschnittszahl angiebt, aus, dann fiel in frühem Sommer eine ziemliche Menge Regen, nach der bis zur Ernte ein Mangel eintrat.

Es waren somit die Bedingungen für einen ununterbrochenen Fortgang für die allmähliche Entwicklung der Pflanzen bis zu ihrer vollständigen Reife gegeben.

1864. Wetter von Oktober bis incl. Mai über der Durchschnittstemperatur, mit Ausnahme von Januar und Februar. Juni war unter, Juli ein wenig über,

und August wieder unter der Durchschnittstemperatur. Von Oktober bis Mai waren 4 Zoll Regen weniger gefallen, als der Durchschnittszahl nach hätte erwartet werden können, und nur der März hatte ein Plus an Regen; Juni, Juli und August blieb der Regen weit unter der Durchschnittszahl. Diese sehr gute Ernte war erzielt unter dem Einflusse verhältnißmäßig warmen Wetters im Anfang des Winters und im Frühjahr, bei gemäßigter Temperatur im Sommer und bemerkenswerthem Regenmangel bis zum Einheimsen.

1868. Der frühe Winter war sehr veränderlich in seiner Temperatur, bisweilen warm, dann stürmisch naß, schneeig und kalt. Vom Februar bis über die Ernte hinaus war die Temperatur fast immer höher wie der Durchschnitt, besonders im Mai, Juni, Juli; Januar und April ergaben einen Ueberschuß von Regen, während in den Monaten Februar, März, Mai, Juni und Juli ein ungewöhnlicher Mangel zu verzeichnen war.

Die frühe Ernte ergab auf gutem Boden ein nicht vollwichtiges, jedoch reichliches Korn, während auf leichtem und mangelhaft gepflegtem Boden ein Ausfall war.

1870. Der Herbst von 1869, obschon häufig kalt, war stürmisch und rauh, trotzdem aber dem Säen nicht ungünstig.

Bis zu Beginn des April war das Wetter kälter als der Durchschnitt. Aber von dem besagten Zeitpunkte an bis zur Ernte war es wärmer wie gebräuchlich, bei einem bedeutenden Mangel an Regen. Hitze und Dürre waren 1868 in den Monaten Mai, Juni und Juli größer wie in den entsprechenden Monaten des Jahres 1870; 1868 war während dieser Zeit die Temperatur bedeutend höher, während 1870 die Dürre einen vollen Monat früher eintrat.

Nach einem durchaus nicht günstigen Winter folgte nach einem langen Frühjahr Dürre und Hitze; es wurde weniger Stroh und Korn als 1868 geerntet, jedoch immer noch mehr als die Durchschnittsmenge, außerdem war das Korn von ausgezeichneter Qualität.

Drei Jahre, welche in den während der 36 Jahre von den Verfassern angestellten Versuchen den höchsten Ernteertrag gaben (1854, 1863 und 64) waren charakterisirt durch eine höhere Durchschnittstemperatur während des Winters und des ersten Theiles des Frühjahrs (mit Ausnahme des Frühlings 54) und durch die Durchschnittswärme, oder unter dieser, während des Sommers. Jedes von diesen drei Erntejahren zeigte einen unter dem Durchschnitt bleibenden Regenfall und nur für zwei von den neun Monaten von November bis Juli war ein Plus an Regen zu verzeichnen.

Die andern drei Jahre mit hohem Ernteertrag (57, 68 und 70) lieferten einen geringeren Ertrag an Korn und weniger Stroh, als die Jahre 54, 63 und 64, trotzdem war die Ernte bedeutend über dem gewöhnlichen Durchschnitt.

Während dieser Frühjahre und Sommer, nach einem unveränderlichen Winter, war die Temperatur bedeutend höher als gewöhnlich, der Regenfall unter dem Durchschnitt.

Verfasser gehen dann zu den Jahren 1816, 53, 60 und 79 über, um die Ursachen der schlechten Ernteerträge zu eruiren.

Sie beginnen mit 1853 um mit ihren eigenen Experimenten das Ergebniß von 1816 vergleichen zu können. Der Winter war warm und naß. Im Oktober und November fiel ein bedeutender Ueberschuß an Regen und im December und Januar

die Durchschnittsmenge. Vom Februar bis September war jeder Monat unter der Durchschnittstemperatur mit Ausnahme von Mai und Juni, welche den Durchschnitt hatten. Im April war ein bedeutender Ueberschuß an Regen, im Mai fielen bedeutende Mengen von Schnee, im Juni, sowie im Juli und August war ein Ueberschuß an Regen und im September ungefähr der Durchschnitt. Die Ursache für diese, sowohl an Quantität als Qualität schlecht zu nennende Ernte war nach den Verfassern der warme und nasse Winter, der den Boden geradezu mit Wasser sättigte, ferner der kalte und nasse Frühling, außerdem der kalte und sehr nasse Sommer.

1860. Oktober war normal, von Oktober bis Mai waren die Monate abwechselnd wärmer und kälter als der Durchschnitt. Juni, Juli, August und September waren ungewöhnlich kalt und hatten verhältnißmäßig wenig Sonne. Im Oktober und November, sowie im Mai, Juni, August und September fiel ein Plus an Regen, vom December an war der Regenfall nur schwach und im Februar, März und April mit Schnee vermengt. Im Juli fiel die Durchschnittsmenge. Die Ernte fand sehr spät statt, der Weizen hatte im Allgemeinen durch den Regen sehr viel gelitten, gab nur eine geringe Menge von Korn, und diese war außerdem noch von sehr geringer Qualität.

Der Hauptzug dieser eine schlechte Ernte ergebenden Saison ist:

Ein abwechselnd kalter und milder Winter, dem nach einem leidlichen Frühjahr ein stürmischer, kalter, nasser und bewölkter Sommer und Herbst folgte.

1879. Mit Ausnahme von März waren sämmtliche Monate kälter wie der Durchschnitt, ebenso wie mit Ausnahme von December und März ein Ueberschuß von Regen zu verzeichnen war.

Es ist bemerkenswerth, daß das Jahr 1854 eine sehr reichliche Ernte hervorbrachte, obgleich es einen noch kälteren Juni hatte, als das Jahr 1879, welch letzteres bis jetzt die schlechteste Ernte dieses Jahrhunderts lieferte. Die Ursache hiervon ist in dem Uebermaß von Regen während der ganzen Vegetationszeit 1878/79 zu suchen.

1816. Jeder der Monate vom November bis August war kälter wie der Durchschnitt, und zwar betrug das Minus im Mittel 3,1 ° F. Mit 78/79 verglichen, zeigt sich, daß 1816 December und Januar nicht so kalt, November, Februar und März kälter waren. Die Durchschnittstemperatur war im April und Mai höher, im Juni, Juli und August bedeutend niedriger 1816 wie 1879, der Regenfall war vom November, Mai incl. ein normaler zu nennen, während er während derselben Periode 1879 $4^1/_2$ englische Zoll über dem Durchschnitt hatte. Im Juni 1816 fiel ein Plus, im Juli bedeutend mehr und im August ein ganz geringer Ueberschuß. Die ganzen 10 Monate von November — August incl. 1816 zeigten das geringe Plus von Regen von 2,68″, während dieselbe Periode von 1879 10,6″ über die Durchschnittszahl von 63 Jahren hatte. Im September 79 fiel bedeutend mehr Regen, als im September 1816, später aber während der sehr späten Ernte fiel mehr als 1816, und es ist festgestellt, daß Weizen noch auf dem Felde stand, wie der erste Winterschnee fiel. Alles in Allem zeigte 1815/16, obschon in Wirklichkeit kälter wie der Durchschnitt, nicht eine solche rauhe Periode wie der Winter von 78/79, während die Regenmenge 1816 hinter der 78/79 bedeutend zurückbleibt.

Von der Säezeit bis zu Ende des Frühjahrs war das Wetter, sowohl was Temperatur als auch Regenmenge betrifft, der Ernte günstiger als 78/79. Immerhin war während der drei Sommermonate 1816 die Temperatur außerordentlich

niedrig, und bedeutend niedriger wie der gleiche Zeitraum von 1879. Verbunden mit dieser niedrigen Temperatur des Sommers 1816 fiel ein außerordentlicher Ueberschuß von Regen, der aber den von 1879 niemals erreichte. Es kann nur geringer Zweifel darüber herrschen, daß die Saison von 1879 von der Säezeit an bis zum Ende des Sommers schlechter war, als die von 1816, die letztere litt mehr von der niedrigen Temperatur, aber weniger von einem Regenüberschuß.

Die Verfasser stellen dann das eben Gesagte zur Illustration in 3 Tabellen zusammen, welche wiederzugeben der Raum nicht gestattet.

Die Verfasser machen dann 3 Klassen:

I. Gute Korn- und Halmernte.

II. Leidlich gute Korn- und schlechte Stroherernte.

III. Der ganze Ernteausfall außerordentlich ungünstig.

Nach dieser Klassifikation wurden die höchsten Ernten in solchen Jahren erzielt, welche sich durch eine hohe Temperatur während des Winters und Frühjahrs auszeichnen.

Einige von diesen günstigen Erntejahren waren auch während des Sommers bedeutend wärmer, aber die meisten von ihnen waren charakterisirt durch nur wenig höhere oder geringere Temperatur als der Durchschnitt.

Bei diesen günstigen Ernten war auch ein Mangel an Regen im Winter und Frühjahr bemerkbar, welcher aber während des Sommers zurücktrat.

Klasse II umfaßt vier Erntejahre, welche höhere denn Durchschnittstemperatur in jedem Monat mit Ausnahme von November und März hatten, in welchen das Minus ein nur unbedeutendes war. Aber in dieser Saison von verhältnißmäßig geringer Gesammtproduktion ist das Plus an Temperatur gerade entgegengesetzt dem, was wir in Klasse I beobachtet haben.

Wir haben in Klasse II eine verhältnißmäßig unbedeutend erhöhte Temperatur vom Oktober bis Mai, aber bedeutend wärmeres Wetter vom Juni bis September. Dann ist in Betreff des Regenfalls zu bemerken, daß nur der Januar einen Ueberschuß an Regen lieferte, während bei der hohen Temperatur im Mai, Juni und Juli der Mangel an Regen sehr markirt hervortritt.

Ferner in den Jahren, in denen die Ernte an Stroh gering, die an Korn gut ausfiel, war die Temperatur während des einen ersten Theils der Entwickelung der Pflanzen immer um ein unbedeutendes über dem Durchschnitt, aber bedeutend über diesen während des letzten Wachsthums und der Reife. So ist auch in der ersten Hälfte der Periode ein Mangel an Regen, und während der zweiten ein hervortretender Mangel zu verzeichnen.

Klasse III, bestehend aus vier Jahren mit ungewöhnlich niedrigen Ernteerträgen zeigt bemerkenswerthe Differenzen mit den beiden vorhergehenden Klassen. 5/6 der ganzen Monate blieben unter der Durchschnittstemperatur und nur in 1/12 war ein Plus an Wärme wahrnehmbar.

Mit der kalten Witterung ging ein Ueberschuß an Regen Hand in Hand und zwar hauptsächlich während der Wachsthumsperiode und der Reifezeit.

Vergleicht man die einzelnen Saisons unter einander, so sieht man, daß einer reichlichen Stroh- und Körnerernte von der Säezeit bis April eine höhere Temperatur vorherging und im Mai und nachher mehr Regen fiel, als in den Jahren, welche eine gute Korn-, aber eine schlechte Stroherernte lieferten.

Durch diese Zusammenstellung von günstigen und ungünstigen Erntejahren ist es festgestellt, daß ein milder und verhältnißmäßig trockner Winter und Frühling der Entwickelung der Pflanzenwurzel insofern günstig ist, als letztere sich weiter ausbreitet und somit „von mehr Boden Besitz ergreift".

Die höhere oder niedere Temperatur in gewisse Grenzen gezogen, scheint keinen bedeutenden Einfluß zu haben, ebenso wenig, wie die Regenmenge, denn wir sehen, daß Ernten mit schwerem vollwichtigen Korn erzielt wurden, wenn während der besagten Zeit die Temperatur sowohl nur dem Durchschnitt entsprach, als auch bedeutend höher wie dieser war. Die Verfasser legen die Hauptbedingung für die Entwickelung der Pflanzen und somit für den Ernteertrag in die Zeit des ersten Wachsthums und fügen hinzu, daß wenn Winter und Frühjahr günstig gewesen sind, dann ein verhältnißmäßig warmer Sommer folgt, ohne daß dieser einen Ueberschuß an Regen hat, ein schweres Korn erzielt werden wird.

Die Ernten, welche ein leichteres aber reichliches Korn ergaben, hatten für die Entwickelung der Wurzeln während des Winters und Frühjahrs weniger günstige Bedingungen, haben aber im Sommer bei mangelndem Regen mehr wie die Durchschnittstemperatur gehabt.

Die Saisons mit einem allgemein ungünstigen Ernteertrage waren durch strengen oder doch wenigstens unbeständigen und nassen Winter und Frühling charakterisirt. Aber außerdem ist es bemerkenswerth, daß die schlechten Erntejahre bei einem Ueberschuß an Regen von April bis zur Ernte unter der Durchschnittstemperatur blieben.

Zum Schluß dieses Kapitels erklären noch die Verfasser, daß die Unvollkommenheit des englischen Klima's in Rücksicht auf die Erzielung gut reifender Weizenernten mehr auf einen Ueberschuß an Regen und dadurch bedingten nassen Boden und hohen Wassergehalt der Atmosphäre als auf eine zu niedrige Sommertemperatur zurückzuführen sei.

Die Saison von 78/79 und die Versuche mit Weizen zu Rothamsted.

Die Verfasser besprechen zuerst die von ihnen während der letzten 27 Jahre (53—79) eingeschlagenen verschiedenen Methoden zur Bestimmung der Regenmenge und vergleichen die dadurch für die Zeit 78/79 gewonnenen Resultate nicht allein unter sich, sondern auch mit denen von Bedford, Blackheath, Cambridge uud Oxford. Die Parallelversuche von Rothamsted geben im Ganzen unter einander gut übereinstimmende Resultate, während die anderen Stationen alle ein bedeutendes Minus im Vergleich zu Rothamsted geben. Wenn wir die Regenmenge für das ganze Jahr vom Oktober 78 bis Oktober 79 in Betracht ziehen, so sehen wir, daß in Rothamsted 8,38" mehr wie in Bedford, 6,73" mehr wie in Blackheath, 6,12" mehr wie in Cambridge und 7,18" mehr wie in Oxford gefallen ist. Die wirklich gefallene Regenmenge ist nicht allein für das ganze Jahr sehr groß, sondern sie ist auch in fast jedem Monat dieser Periode bedeutend höher wie der Durchschnitt und gerade während der Sommermonate war dieses der Fall.

In der Nacht vom 2.—3. August suchte ein schwerer Gewitterschauer die Gegend von Rothamsted heim, wodurch allein in wenigen Stunden der Regenfall für diesen Monat um 3" stieg.

So konnten also die Hoffnungen auf eine auch nur einigermaßen günstige

Weizenernte in Rothamsted nur sehr geringe sein, und die Folge hat auch gelehrt, daß gerade an dem besagten Orte der ungünstige Einfluß der Witterung am meisten geschadet hat.

Eine Tabelle, welche wir wiedergeben, zeigt den Ertrag einiger Abtheilungen der permanent für den Weizenanbau bestimmten Felder.

Tabelle über den Ertrag einiger Weizenernten auf einigen ausgesuchten Parzellen, verglichen mit dem 27jährigen Durchschnitt.

	Ausgedroschenes Korn. Quantität per Acre.		Gewicht p. Bushel.		Stroh per Acre.	
	Durchschnitt von 1852—78 Bushels.	1879 Bushels.	Durchschnitt von 1852 bis 1878 Pfd.	1879 Pfd.	Durchschnitt von 1852 bis 1878 Centner.	1879 Centner.
Parzelle 3, ungedüngt	$13^1/_2$	$4^3/_4$	57,9	52,5	$11^3/_4$	$6^3/_4$
Parzelle 2, gedüngt mit Stalldünger.	$34^1/_8$	16	60,1	56,8	$32^3/_4$	20
Parzelle 7 {gedüngt mit Mineraldünger u. 400 Pfd. Ammoniaksalze . . .	$33^1/_4$	$16^1/_4$	59,5	56,7	$33^3/_4$	$26^7/_8$
Parzelle 8 {Mineraldünger 600 Pfd. Ammoniaksalze . . .	$36^7/_8$	$20^1/_2$	59,2	56,5	$40^3/_8$	$37^1/_4$
Parzelle 9 {Mineraldünger u. 500 Pfd. Natriumnitrat . .	$38^1/_4$	22	59,2	56,5	$43^1/_8$	$38^3/_4$

Es ist in die Augen springend, wie Qualität und Quantität im Korn und die Quantität des Strohs in diesem Jahre heruntergedrückt sind, ohne jegliche Rücksicht auf die Art und Weise der Düngung, aber abhängig von der beschriebenen Witterung. Aus der Tabelle geht ferner hervor, daß die ungedüngten Parzellen die geringsten Erträge ergeben haben, und daß der Ausfall am geringsten auf den mit künstlichem Dünger versehenen Parzellen war.

Der Ausfall im Gewicht per Bushel des reinen Korns war bedeutend größer an den ungedüngten, als den mit „ausgewähltem" Dünger versehenen Theilen des Versuchsfeldes.

Der Ausfall an Stroh war nicht so groß wie bei dem Korn und um so geringer, je stärker die Düngung mit Mineraldünger war.

Es ist noch zu erwähnen, daß das Wetter während des ganzen Wachsthums äußerst ungünstig war. In jedem Monat von der Säezeit bis zur Ernte war, mit Ausnahme des März, die Durchschnittstemperatur eine sehr niedrige und die Gesammt-Regenmenge war $1^1/_2$ mal über dem Mittel. Der Winter war kalt und naß, so daß der Boden mit Wasser gesättigt war und den jungen Wurzeln keine Gelegenheit bot, sich auszubreiten und besonders tief sich zu entwickeln. Die übrigen Monate (März, wie gesagt, ausgenommen) bildeten eine Fortsetzung dieser ungünstigen Verhältnisse. Die Pflanzen wurden dadurch schwächlich und ungesund.

Es ist eine längst bekannte Thatsache, daß ein Zuviel an Regen die Weizenernte beeinträchtigt, aber erst seit verhältnißmäßig kurzer Zeit wissen wir, daß durch diesen Ueberschuß an Regen dem Lande viel Stickstoff entzogen und in dem Drainwasser in der Form von salpetersauren Salzen abgeführt wird.

So hat Professor *Way* [1]) verschiedene Proben von Drainwasser von verschiedenen Bodenarten gesammelt und untersucht und in manchen kaum eine Spur, in andern dagegen einen wechselnden und bisweilen hohen Gehalt an Salpetersäure gefunden, welch letztere *Way* als das Produkt der Oxydation des stickstoffhaltigen Theils der organischen Substanz des Düngers betrachtet. Es schien *Way* bei seiner Kenntniß der Absorptionsfähigkeit des Bodens für Ammoniak und dessen Salze absolut unmöglich, innerhalb des Bodens eine Umwandlung von Ammoniak zu Salpetersäure anzunehmen, bis er in einer Probe Drainwasser, neben sehr viel Salpetersäure, viel Haare, Hornspäne und wollene Partikelchen fand, auf deren mehr oder weniger vollendete Oxydation *Way* die Ursache der Gegenwart der Salpetersäure zurückführt.

Durch unsere eigenen Versuche ist festgestellt, daß ein großer Theil des durch den Dünger dem Boden zugeführten Stickstoffs durch die Ernte nicht entzogen wird.

Wir haben gefunden, daß wenn wir eine große Menge Stickstoff Jahr aus Jahr ein dem Boden zuführten, und immer dieselbe Art von Getreide säeten, im Allgemeinen weniger wie die Hälfte des gegebenen Stickstoffs in dem Ernteertrag wiedergefunden wurde. Wir haben ferner constatirt, daß bei Unterbrechung der Stickstoffdüngung nur ein sehr kleiner Theil des fehlenden Stickstoffs in der folgenden Ernte sich nachweisen ließ.

Zuerst waren wir geneigt, anzunehmen, daß der Verlust an Stickstoff seinen Grund in dem Ausathmen der Blattorgane habe, wodurch Stickstoff exhalirt würde, später aber mußten wir einsehen, daß erst eine Anhäufung von Stickstoff im Boden und dann ein Verlust durch die Drainage eintritt, durch welchen das Minus an Stickstoff zu erklären ist.

Auf Verlangen gaben wir Herrn Dr. *Völcker* zur Lösung der Frage über Drainirung viele Proben Drainwasser, zu fünf verschiedenen Zeiten gesammelt, mit genauer Beschreibung über Düngungs- und sonstige Verhältnisse, welche der Boden durchgemacht hatte.

Außerdem hat Herr Dr. *Frankland* von Januar 68—73 die Drainwasser untersucht.

Die Resultate, zu denen die beiden genannten Forscher gelangen, sind in folgender Tabelle zusammengestellt.

	Mit Ammoniaksalzen im Herbst, mit Chilisalpeter im Frühling gedüngt.			
	Von Herbst- bis zur Frühjahrsdüngung.		Von Frühjahr- bis zur nächsten Herbstdüngung.	
	Zahl der Proben.	Stickstoff in 100000 Drainwasser.	Zahl der Proben.	Stickstoff in 100000 Drainwasser.
Parzelle 5, gemischter Mineraldünger	7	0,622	4	0,067
Parzelle 6, gem. Mineraldünger u. 200 Pfd. Ammonsalze = 41 Pfd. Stickstoff	7	1,242	4	0,082
Parzelle 7, gem. Mineraldünger u. 400 Pfd. Ammonsalze = 82 Pfd. Stickstoff	7	2,182	4	0,146
Parzelle 8, gem. Mineraldünger u. 600 Pfd. Ammonsalze = 123 Pfd. Stickstoff	7	2,737	4	0,237
Parzelle 9, gem. Mineraldünger u. 500 Pfd. Chilisalpeter = 82 Pfd. Stickstoff	6	1,019	4	2,066

[1]) Journ. of agr. soc. of England. 1856.

Der Stickstoff in der Form von salpeter- und salpetrigsauren Salzen ist für 100,000 Theile Drainwasser berechnet.

Es geht hieraus hervor, daß der Verlust an Stickstoff im Winter bedeutender ist, als im Sommer und daß er um so größer wird, je größer die zugeführte Menge von Ammoniaksalzen bei der Düngung war.

Zu erklären ist dieser Umstand dadurch, daß das Wachsthum der im Frühjahr gesäeten Pflanzen ein ungleich schnelleres ist, als das des Winterkorns; das im Vergleich zu letzterem rapid wachsende Sommerkorn hat für eben dieses Wachsthum eine bedeutend größere Menge Nahrungsmittel nothwendig und entzieht in Folge dessen dem Boden mehr von den für seine Existenz nothwendigen Stoffen in verhältnißmäßig kurzer Zeit, während bei der Herbstaussaat das Wachsthum der Pflanzen auf einige Centimeter über der Erde und auf eine verhältnißmäßig schwache Ausbildung der Wurzeln beschränkt ist. Außerdem ist gewöhnlich im Herbst und Winter ein Ueberschuß an Regen, welcher einen Theil der Stickstoffsalze als Drainwasser fortführt. Im Sommer ist häufig das Gegentheil in Betreff des Regens der Fall, so daß die relativ geringe Wassermenge, ohne abzufließen, im Boden bleiben kann. Dieses wird noch durch die höhere Temperatur des Sommers und die damit verbundene beschleunigte Verdampfung der Bodenfeuchtigkeit erhöht.

Was die absoluten Mengen des dem Boden durch das Wasser entzogenen Stickstoffs betrifft, so mag hinzugefügt werden, daß für jede Zollhöhe Regenfall, welche die Wurzeln nicht berührt und nur einen Theil des Stickstoffs als salpetersaure Salze in 100,000 Th. Drainwasser enthielt, jedem acre ein Verlust von $2^1/_4$ Pfund am Stickstoff entzogen wird. Dieser Verlust entspricht ungefähr 11 Pfund Ammoniaksalz und $14^1/_2$ Pfund Chilisalpeter; ferner um den Verlust an Stickstoff bei schwerem Regenfall und guter Drainage zu illustriren, mag hier erwähnt sein, daß Dr. *Frankland* in einer Wasserprobe im Januar 1872, nach einer im November vorgenommenen Düngung von 600 Pfund Ammoniaksalz einen Verlust von 18 Pfund Stickstoff per acre fand, entsprechend circa 86 Pfund Ammoniaksalz oder 114 Pfund Chilisalpeter.

Wir haben noch hinzuzufügen, daß verschiedene Proben Drainwasser immer neben salpetersauren und salpetrigsauren Salzen mehr oder weniger Ammoniak oder Stickstoff in irgend einer organischen Verbindung enthielten; aber diese dem Boden entzogene Menge von Stickstoff ist verschwindend klein im Vergleich zu dem Verluste durch die salpetrig- und salpetersauren Verbindungen.

Um die Zeit der Düngung mit Ammonsalzen und deren Einwirkung auf das Wachsthum einerseits, anderseits auch den durch die Drainage herbeigeführten Verlust an Stickstoff zu constatiren, wurden zwei Parzellen, welche ungefähr dieselbe Menge Stickstoff während der letzten Jahre erhalten hatten, zu Parallelversuchen auserwählt. Beide Parzellen wurden mit genau derselben Menge Mineraldünger und ganz genau demselben Quantum Ammoniaksalze gedüngt. Der Mineraldünger wurde beiden im Herbst, jedoch das Ammoniaksalz nur einer von den Parzellen zugeführt, die zweite Parzelle wurde erst im Frühjahr mit dem Ammonsalze gedüngt.

Diese Versuche wurden 5 Jahre hindurch und zwar von 1873—77 incl. fortgeführt. Vier von diesen Jahren hatten einen verhältnißmäßig überreichlichen Regenfall und besonders war dieses während der Wintermonate der Fall. Die

Folge hievon war, daß in den zwei Jahren mit dem höchsten Regenfall die Ernteerträge entschieden gegen das Ausstreuen der Ammonsalze im Herbste waren. In zwei weniger nassen Jahren war das Resultat zwischen Herbst und Frühjahrsdüngung gleich, und nur das Jahr 74, dessen Winter (1873) sehr trocken war, gab eine Ernte, welche entschieden zu Gunsten der Zuführung des Ammonsalzes im Herbste spricht. Nach der Ernte 1877 wurde die Rolle der beiden, den Versuchen dienenden Parzellen in der Weise vertauscht, daß diejenige, welche im Herbst das Ammonsalz erhalten hatte, jetzt im Frühjahre gedüngt wurde und umgekehrt.

Die folgende Tabelle zeigt den Ertrag an Weizenkorn in Bushels, das Gewicht des geernteten Strohs und des Gesammtertrages während 7 Versuchsjahren in Pfunden.

Jahr	Datum der Ammoniakdüngung.		Korn, Stroh und Totalernte pro Acre.					
	Herbst.	Frühjahr.	Korn.		Stroh.		Totalernte.	
			Herbst-Düngung Bushels.	Frühjahrs-Düngung Bushels.	Herbst-Düngung Pfd.	Frühjahrs-Düngung Pfd.	Herbst-Düngung Pfd.	Frühjahrs-Düngung Pfd.
1873	Oktobr. 18	März 25	22	$32^5/_8$	2021	3079	3344	5031
1874	„ 28	„ 19	$39^3/_8$	$29^1/_8$	4645	2776	7094	4588
1875	„ 23	„ 23	$25^7/_8$	$25^1/_2$	3422	3204	5110	4915
1876	„ 30	„ 24	$23^1/_2$	$25^1/_2$	2212	2428	3793	4083
1877	„ 17	April 11	$19^7/_8$	$33^1/_8$	1835	2788	3048	4795
1878	Novbr. 3	März 14	$22^1/_8$	$31^1/_4$	3071	4952	4486	7017
1879	Oktobr. 15	„ 10	$5^3/_8$	$16^1/_4$	906	3012	1275	4063
Mittel			$22^1/_2$	$27^3/_4$	2587	3177	4021	4927

Die folgende Tabelle zeigt:

1. Das Plus oder Minus im Ernteertrage bei Frühjahrsdüngung.
2. Die Regenmenge einer jeden Saison von dem Datum der Herbst- bis zur Frühjahrsdüngung; ferner von dieser bis zu Ende Juni.
3. Die Quantität des Drainwassers, während derselben zwei Abschnitte, nachdem es 60 englische Zoll Boden durchsickert hatte.

Jahr.	Datum der Ammonsalzdüngung.		Plus (+) oder Minus (−) an der Gesammternte in Folge der Frühjahrsdüngung.			Regenmenge.		Drainwasser.	
	Herbst.	Frühjahr.	Korn Bushels.	Stroh Pfd.	Gesammt Pfd.	Von der Herbst- bis zur Frühjahrsdüngung Zoll.	Von der Frühjahrsdüngung bis zu Ende Juni Zoll.	Von Herbst zur Frühjahrsdüngung Zoll.	Von der Frühjahrsdüngung bis zu Ende Juni Zoll.
1873	Oktbr. 18	März 25	$+10^6/_8$	+1058	+1687	18,53	4,39	11,45	0,05
1874	„ 28	„ 19	$-10^1/_4$	−1869	−2506	7,05	5.12	2,89	0.25
1875	„ 23	„ 23	$-0^3/_8$	− 218	− 195	10,55	7,89	5,21	0,51
1876	„ 30	„ 24	+ 2	+ 216	+ 290	12,17	6,12	10,14	1,94
1877	„ 17	April 11	$+13^1/_4$	+ 953	+1747	22,01	4,90	15,78	0,74
1878	Novbr. 3	März 14	$+9^1/_8$	+1881	+2531	11,17	12,30	8,11	5,96
1879	Oktbr. 15	„ 10	$+10^7/_8$	+2106	+2788	15,05	12,86	13,09	4,95
Mittel			$+5^1/_4$	+ 590	+ 906	13,79	7,65	9.52	2,06

Wie man ersieht, gab 1874 nach Herbstdüngung mit Ammonsalzen das höchste, 1879, in derselben Weise behandelt das niedrigste Ernteresultat.

Um diese beiden Erträge sowohl untereinander als auch mit der jeweilig gefallenen Regenmenge und der abgelaufenen Menge Drainwassers vergleichen zu können, haben die Verfasser folgende 2 Tabellen zusammengestellt.

	Ammonsalz Herbstdüngung.			Ammonsalz Frühlingsdüngung.			Mehr (+) od. weniger (—) bei Frühlingsdüngung.		
	Korn Bushels	Stroh Pfd.	Total Pfd.	Korn Bushels.	Stroh Pfd.	Total Pfd.	Korn Bushels.	Stroh Pfd.	Total Pfd.
1874	39 3/8	4645	7094	29 1/8	2776	4588	—10 1/4	—1869	—2506
1879	5 3/8	906	1275	16 1/4	3012	4063	+10 7/8	+2106	+2788
1874 + oder — 1879	+34	+3738	+5819	+12 7/8	—236	+525			

Regenfall und Höhe des Drainwassers.

	Von der Herbst- zur Frühjahrsdüngung.		Von der Frühjahrsdüngung bis Ende Juni.		Gesammt von Herbstdüngung bis Ende Juni.	
	Regenmenge Zoll.	Drainwasser Zoll.	Regenmenge Zoll.	Drainwasser Zoll.	Regenmenge Zoll.	Drainwasser Zoll.
1874	7,05	2,89	5,12	0,25	12,17	3,14
1879	15,05	13,09	12,86	4,95	27,91	18,04
1874 + oder — 1879	—8,00	—10,20	—7,74	—4,70	—15,74	—14,90

Also die Herbstdüngung mit Ammoniaksalzen ergab 39 3/8 Bushels Weizenkorn und 4645 Pfund Stroh; und 10 1/4 Bushels mehr Korn und 1869 Pfund mehr Stroh, wie die Frühjahrsdüngung mit Ammoniaksalzen. Dieses im Jahr 1874 durch die Herbstdüngung reichlich und vollwichtig erzielte Korn war von ungleich besserer Qualität, wie das der Frühjahrsdüngung, weil, was sehr bemerkenswerth ist, in dem ganzen Zeitraum zwischen Herbst- und Frühjahrsdüngung die ganze gefallene Regenmenge sich auf 7,05 Zoll beschränkte, und während dieser ganzen Zeit das Drainwasser die geringe Höhe von nur 2,89 Zoll erreichte.

Weiterhin von der Frühjahrsdüngung bis Ende Juni waren nur 5,12 Zoll Regen gefallen und nur 1/4 Zoll Drainwasser hatte 60 Zoll Boden durchsickert. Die so geringe Menge des während der Winterszeit gefallenen Regens genügte, den Uebergang eines relativ großen Theiles des im Dünger enthaltenen Ammoniaks in Salpetersäure zu unterstützen, welche in ihrer Vertheilung im Boden vortheilhaft auf die Entwickelung der Pflanzenwurzeln wirkte, die während dieser Periode gefallene Regenmenge war nicht genügend, durch das abgeflossene Drainwasser einen bedeutenden Verlust an Stickstoff herbeizuführen. Anderseits ist es auch klar, daß die nach der Frühjahrsdüngung gefallene Regenmenge ungenügend für die Oxydation und Vertheilung des Ammoniaks war. Stellen wir dieses Resultat und die Bedingungen, unter denen es erzielt wurde, mit jenen von 1879 zusammen, so sehen wir, daß wir 1879 nur 5 3/8 Bushels Korn und nur 906 Pfund Stroh durch die Herbstdüngung oder 34 Bushels Korn und 3739 Pfund Stroh weniger ernteten, wie 1874 bei Anwendung desselben Düngers, der auch im Herbst dem Boden zugeführt wurde. Uebereinstimmend mit diesem Resultat haben wir für die Saison

1879 15,05 Zoll Regen und 13,09 Zoll Drainwasser von der Herbst- bis zur Frühjahrsdüngung. Oder mit andern Worten 8 Zoll mehr Regen und 10,2 Zoll mehr Drainwasser, wie während derselben Periode in 1874. Im Jahre 1879 wurde eine Ernte von 16³/₄ Bushels Korn und 3012 Pfund Stroh eingeheimst, welches ein Plus von 10⁷/₈ Bushels Korn und 2108 Pfund Stroh zu Gunsten der Frühjahrsdüngung ergibt; und fernerhin hatten wir von dem Tage der Frühjahrsdüngung bis Ende Juni 7,74 Zoll Regen und 4,70 Zoll mehr Drainwasser, wie während derselben Periode 1874.

Es kommt ferner noch in Betracht, daß von der Herbst- bis zur Frühjahrsdüngung 73/74 das Drainwasser unserer Versuchsfelder für Weizenkultur nur zweimal ablief, während solches in der correspondirenden Periode von 78/79 ungefähr 20 mal geschah. Von der Frühjahrsdüngung an bis Ende Juni lief 1874 gar kein Drainwasser ab; 1879 geschah dies 6 oder 7 mal. Es ist bemerkenswerth, daß nach der Frühjahrsdüngung in der nassen Saison 1879 mehr Stroh, aber kein Plus in der Gesammternte war, wie in dem trockenen Jahre 1874.

Keinem Zweifel kann es unterliegen, daß 78/79 ein ganz bedeutender Verlust der im Herbst vorgenommenen Ammoniakdüngung an Stickstoff durch die Drainage stattgefunden hat, und zwar nicht allein während des Winters, sondern auch später, so daß auch von der im Frühjahr vorgenommenen Düngung mit Ammoniaksalzen ein bedeutender Theil auf die angegebene Weise verloren ging. Anderseits fiel während der ersten Hälfte der Saison 73/74 eine für die Lösung und Wirkung des Herbstdüngers genügende Menge Regen, aber nach der Frühjahrsdüngung war die gefallene Regenmenge nicht so groß, wie es für die volle Verwerthung der Ammoniakdüngung im Frühjahr nothwendig gewesen wäre, so daß freilich weniger Stroh, aber viel mehr Korn 1874 wie 1879 erzielt wurde. Die Quantität Ammoniaksalz, mit welcher jede Parzelle gedüngt wurde, entspricht 82 Pfund Stickstoff und die zwei so erzielten Ernten enthielten an Stickstoff:

Stickstoff pro Acre producirt.

Jahr.	Ammonsalz Herbstdüngung.			Ammonsalz Frühjahrsdüngung.			Mehr (+) od. weniger (—) in Folge der Frühjahrsdüngung.		
	Korn Pfd.	Stroh Pfd.	Gesammt Pfd.	Korn Pfd.	Stroh Pfd.	Gesammt Pfd.	Korn Pfd.	Stroh Pfd.	Gesammt Pfd.
1874	37,0	14,5	51,5	28,5	9,1	37,6	—8,5	—5,4	—13,9
1879	6,6	5,7	12,3	17,6	13,8	31,4	+11,0	+8,1	+19,1
1874 + oder — 1879	+30,4	+8,8	+39,2	+10,9	—4,7	+6,2	—	—	—

Der bei weitem interessanteste Punkt dieser Tabelle ist der Contrast zwischen dem Resultat der Herbstdüngung für die trockene Saison 1874 und die der nassen 1879. Im Jahre 1874 enthielt die Ernte 51,5 Pfund Stickstoff (entsprechend 63 % des im Ammonsalze gegebenen Stickstoffs), während 1879 die ganze Ernte bei derselben Düngung nur 12,3 Pfund (oder nur 15 %) des Stickstoffes wiedergab. Der bereits im Boden vorhandene Gehalt an Stickstoff kann hierbei nicht in Betracht gezogen werden, und würde dieses geschehen, so würde, wie es einleuchtet, das Resultat noch ein viel ungünstigeres sein, wie die angeführten Zahlen angeben.

Die angeführten Thatsachen können keinen Zweifel darüber aufkommen lassen, daß **unabhängig von anderen ungünstigen Einwirkungen**, z. B. **niedrige Temperatur oder Uebermaß von Regen, die Ursachen der mangelhaften Erträge zurückzuführen sind auf die dem Boden durch die Drainwasser entzogenen beträchtlichen Stickstoffmengen.** Die Frage bliebe übrig, ob anderes, in der gewöhnlichen Weise gedüngtes Land sich ebenso verhält? Die Resultate der von *Way* angestellten Untersuchungen, auf welche oben Bezug genommen wurde, zeigen klar, daß ein bedeutender Verlust ebenso entstehen kann, wenn thierische stickstoffhaltige Dungstoffe, z. B. Haare, Hornspäne, wollene Lumpen angewendet werden und nach den Resultaten in Rothamsted kann ein ähnlicher Verlust entstehen, wenn pflanzliche stickstoffhaltige Düngemittel, wie z. B. Rapskuchen, benutzt wurden. Weiter wurde gefunden, daß das Drainwasser von den mit Stallmist versehenen Parzellen eine beträchtliche Menge von Salpetersäure enthielt, doch immer sehr viel weniger, als in dem Drainwasser von den anstoßenden Flecken, welche weniger Stickstoff in Form von Ammoniaksalzen oder Natronsalpeter erhalten hatten. Während deshalb angenommen werden muß, daß der Verlust an Stickstoff des Düngers durch die Drainage auf dem Weizen-Versuchsfeld im Rothamsted in der vergangenen Saison viel größer war, als auf den in gewöhnlicher Weise bewirthschafteten Aeckern, so kann trotzdem kein Zweifel sein, daß der Boden überhaupt auf demselben Wege einen großen Verlust erlitten haben mußte. *G. W.*

***J. B. Lawes* und *J. H. Gilbert*. Einfluß der Witterung auf die Heuernten.** (Influence of Season on the Produce of Hay.) Agric., Botan. and Chem. Results of Experiments on the mixed Herbage of permanent Meadow. Part. I. Philosophical Transactions of the Royal Society. Part. I. 1880. pag. 390—405.

Im Anschluß an ihre Mittheilungen über die mehr als zwanzigjährigen, in Rothamsted angestellten Wiesendüngungsversuche suchen die Verfasser den Einfluß der Witterung auf die Heuernten an der Hand der Ernteerträge und der meteorologischen Daten festzustellen. Sie greifen dabei zunächst zurück auf die für die Heuernte seit langer Zeit günstigsten und ungünstigsten Jahre, nämlich 1869 und 1870 und vergleichen die Witterungsverhältnisse dieser Jahre miteinander, ebenso den Einfluß derselben auf die Wirkung verschiedener Düngemittel.

Folgende Tabelle enthält die Ernten per acre von ausgewählten Parzellen:

	Ungedüngt Pfd.	Gemischter Mineraldünger allein Pfd.	Gemischter Mineraldünger und 400 Pfd. Ammonsalze Pfd.	Gemischter Mineraldünger und 800 Pfd. Ammonsalze Pfd.	Gemischter Mineraldünger und 550 Pfd. Natronsalpeter Pfd.	Mittel Pfd.
Mittel von 20 Jahren 1856—1875	2383	3958	5711	6726	6407	5037
1869	4256	6124	7700	8610	8526	7043
1870	644	1968	3306	5150	6300	3474
mehr (+) oder weniger (—) als das Mittel . . . 1869	+1873	+2166	+1989	+1884	+2119	+2006
1870	—1739	—1990	—2405	—1576	—107	—1563
1870—1869	—3612	—4156	—4394	—3460	—2226	—3569

Diese Zahlen zeigen, daß, mit Ausnahme der mit Salpeter gedüngten Parzellen, im Jahre 1869 ca. 4000 Pfd. Heu mehr geerntet wurden als 1870 und daß der Rückgang der Ernte 1870 sich am meisten auf der ungedüngten und mit Mineraldünger versehenen Parzelle bemerkbar gemacht hatte.

Bezüglich des Witterungsverlaufs während des Jahres 1868/69 führen die Verfasser an, daß nach fünf Monaten von ungewöhnlich hoher Temperatur und großer Trockenheit während drei derselben, Oktober und November 1868 wieder trocken, indessen kalt waren. Die drei Wintermonate waren sehr warm und mehr oder weniger, Dezember ausgenommen, sehr naß. In Folge dessen wuchs das Wintergras ausgezeichnet. Das trockene und kalte Wetter im März hemmte das Wachsthum, aber unter dem Einfluß des sehr warmen und genügend feuchten Wetters im April erholte sich das bereits während des Winters kräftig entwickelte Gras sehr schnell. Die beiden folgenden Monate waren ungewöhnlich kalt, Mai gleichzeitig sehr naß. Die Trockenheit im Juni wurde durch den vorhergehenden Ueberfluß an Feuchtigkeit compensirt. Obwohl die vorherrschende Temperatur dieser Monate niedrig war, so war sie doch für ein kräftiges Wachsthum ausreichend. Die Ernte war reich, obwohl die Pflanzen nicht den Grad der Entwickelung erreicht hatten wie gewöhnlich zur Zeit des Schnittes.

Hiernach wäre das ausgezeichnete Ernteresultat hauptsächlich auf die außerordentlich günstige Wachsthumsperiode für die jungen Pflanzen im Winter zurückzuführen, wodurch dieselben in ihrer Entwickelung ungemein befördert wurden, denn das Klima war während ihres Wachsthums in den späteren Monaten nicht besonders günstig.

Die Witterungsverhältnisse während der Periode 1869/70 waren folgende: Juli und August 1869 zeigten einen bedeutenden Ausfall von Regen, etwas mehr als das Mittel zeigte der September, der Oktober ein Deficit. Der Juli war wärmer, der August kälter als gewöhnlich, während der September wieder im Allgemeinen wärmer, der Oktober meist kälter als das Mittel waren. Die fünf Monate November bis März 1870 waren mit Ausnahme des Januar sehr naß. November und Dezember zeigten anhaltende Niederschläge und hinsichtlich der Temperatur große Schwankungen; sie waren außerdem sehr windig. Die ersten drei Monate von 1870 waren wieder charakterisirt durch abwechselnd warme und sehr kalte Witterung, in welcher die kalten Perioden prävalirten und häufig sehr streng waren; Schnee war häufig, aber der Totalniederschlag im Januar unter, im Februar und März über dem Mittel. Die Vegetation war im Allgemeinen sehr zurück und das Grasland hatte ein bräunliches ärmliches Ansehen. Die Monate des stärksten Wachsthums April, Mai und Juni hatten wenig Regen und waren mit Ausnahme des Endes April und Anfanges Mai, wo die Witterung sehr kalt und bewölkt war, außergewöhnlich warm und sonnig. Die Tagtemperatur war hoch, die Nachttemperatur im April und Mai niedrig. Unter solchen Umständen wurde seit 20 Jahren die niedrigste Ernte erzielt.

Nächstdem vergleichen die Verfasser die zweitbeste und zweitschlechteste Ernte von 1868 und 1874 miteinander. Die Erträgnisse sind in folgender Tabelle zusammengestellt:

	Ungedüngt Pfd.	Gemischter Mineraldünger Pfd.	Gemischter Mineraldünger und 400 Pfd. Ammonsalze Pfd.	Gemischter Mineraldünger und 800 Pfd. Ammonsalze Pfd.	Gemischter Mineraldünger und 550 Pfd. Natronsalpeter Pfd.	Mittel Pfd.
Mittel von 20 Jahren 1856—1875	2383	3958	5711	6726	6407	5037
1868	1960	4264	6622	7616	7728	5638
1874	1412	3088	3290	3540	5484	3363
mehr (+) oder weniger (—) als das Mittel . . 1868	—423	+306	+911	+890	+1321	+601
1874	—971	—870	—2421	—3186	—923	—1674
1874—1868	—548	—1176	—3332	—4076	—2244	—2275

Eine Vergleichung dieser Tabelle mit der obigen zeigt, daß der Mehrertrag über das Mittel im Jahre 1868 kleiner war als 1869 und daß er am größten war auf den mit Mineraldünger und Salpeter gedüngten Parzellen. Mineraldünger allein gab nur einen geringen Mehrertrag, die ungedüngte Fläche sogar ein Minus. Das Jahr zeigte also hohe Ernten auf den gut gedüngten, geringe auf den nicht oder wenig gedüngten Parzellen. Das Erntejahr gab im Allgemeinen schlechte Erträge gerade auf denjenigen Flächen, welche 1868 einen hohen Mehrertrag geliefert hatten.

Hinsichtlich der Witterung geben die Verfasser folgende Daten an. Oktober und November 1867 waren kälter als gewöhnlich und sehr trocken. Der Dezember war durch sehr wechselnde Temperaturverhältnisse gekennzeichnet, bald Frost, und Schnee, bald warmes Wetter. Die erste Hälfte des Januar 1868 war sehr kalt, aber von diesem Zeitpunkte ab herrschte den ganzen Sommer hindurch besonders warmes Wetter. Der Niederschlag war im Januar sehr bedeutend, im Februar entsprach er dem Mittel, ein schwacher Ueberschuß machte sich im März und April bemerkbar, ein großer Ausfall im Mai und ein noch größerer im Juni. Durch die feuchte Witterung vom Januar bis April und die ungewöhnlich hohe Temperatur begünstigt, entwickelten sich die Pflanzen sehr zeitig und in ihrem Wachsthum sehr vorgeschritten, ehe das trockene und heiße Wetter im Mai und Juni eintrat. Der nachtheilige Einfluß dieser Monate machte sich vorzüglich auf den ungedüngten und mit Mineraldünger allein gedüngten Parzellen bemerkbar.

Die Witterung des zweitbesten Erntejahres war nach dem Vorstehenden ausgezeichnet durch hohe Temperatur während der ganzen Wachsthumsperiode und genügende Regenmengen bis Ende April, Bedingungen, welche die Vegetation zeitig förderten und sie von der extremen Hitze und Trockenheit des Mai und Juni unabhängig machten.

Vom September 73 bis Juni 74 incl., mit Ausnahme der Monate Februar und April zeigte die Witterung einen mehr oder weniger großen Ausfall an Regen. Der letztere war namentlich im Dezember, Januar, März, Mai und Juni sehr beträchtlich. November, Dezember, Januar, März, April waren wärmer als gewöhnlich, sowohl bei Tag als bei Nacht. Februar, Mai und Juni waren ungewöhnlich kalt. Die niedrige Temperatur und ungenügende Feuchtigkeit während der Hauptwachsthumsperiode bildeten also die Ursache der niedrigen Erträge des Jahres 1874.

Die mitgetheilten Daten zeigen auf das Deutlichste, daß die Feststellung des Zusammenhanges zwischen Witterung und Ernte große Schwierigkeiten bietet: sehr unähnliche klimatische Bedingungen charakterisiren die beiden Erntejahre der höchsten, ebenso diejenigen der niedrigsten Productivität.

In den beiden Fällen der höchsten Fruchtbarkeit hatte die der Hauptwachsthumszeit vorhergehende Periode die Entwickelung der Pflanzen in einem ungewöhnlichen Grade frühzeitig gefördert; in dem einen hatte ein Ueberschuß von Regen, verbunden mit niedriger Temperatur eine üppige und vergleichsweise blätterreiche, saftige und unzeitige Ernte herbeigeführt; in dem andern Fall war die erste üppige Entwickelung der Pflanzen gefolgt von ungewöhnlicher Trockenheit und Hitze, und der Ertrag mehr durch vorgeschrittene Entwickelung der Pflanzen als durch Saftigkeit und Unzeitigkeit derselben ausgezeichnet. In beiden Fällen war die der eigentlichen Wachsthumszeit vorausgehende Periode der Entwickelung der Pflanzen günstig, während dieselbe in den beiden schlechten Erntejahren sehr ungünstig war. Der Winter und erste Frühling von 1870 zeigten keinen Mangel an Feuchtigkeit, aber außerordentliche Temperaturextreme und waren im Ganzen kälter als gewöhnlich. Aus diesem Grunde war die Vegetation bei Beginn der Wachsthumsperiode sehr zurück. Unter dem Einfluß der geringen Regenmenge und niedriger Nacht- und hoher Tagtemperaturen in den folgenden Monaten verbutteten die Pflanzen und wurden vorzeitig reif. Der Winter und erste Frühling 1874 waren hingegen ungewöhnlich arm an Regen und die Temperatur war höher als das Mittel bis Ende April. Dann folgte anstatt Trockenheit und Hitze Trockenheit und Kälte, wodurch die ohnedies schwächlich entwickelten Pflanzen weiterhin geschädigt wurden.

In dieser Mittheilung sollte nur die Abhängigkeit der Quantität des Ertrages von dem Witterungsverlauf dargethan werden. In einem späteren Bericht wollen die Verfasser an der Hand botanischer und chemischer Analysen zeigen, daß auch die Qualität der Heuernte im hohen Grade von der Witterung beeinflußt wird.

E. W.

A. Audoynaud und B. Chauzit. **Ueber das Verhalten des Regenwassers zur Ackererde.** (Nouvelles recherches[1]) sur le passage des eaux pluviales au travers de la terre arable.) Ann. agron. 1880. Bd. VI. Fasc. III. pag. 407—413.

In vorliegender Abhandlung theilen die Verfasser weitere Untersuchungen mit über die Menge derjenigen Stoffe, welche durch das Regenwasser im Boden aufgelöst und bei der Absickerung in die Tiefe geführt werden. Während die Beobachtungen im Jahre 1879 in der warmen Jahreszeit, wurden die im Jahre 1880 unternommenen im zeitigen Frühjahr angestellt. Vom 1. Januar bis 18. März 1880 betrug die Menge des Regenwassers pro 5,88 □m Fläche 2400 Liter, die durch eine Bodenschicht von 1,5 m hindurchgelaufene Wassermenge 550 Liter = 21 % vom Niederschlage.

In einem Liter Sickerwasser waren enthalten:

[1]) Vergl. das Referat über die erste Mittheilung in dieser Zeitschrift. Bd. III. Heft 1. p. 19—21.

	Milligramm. 27. Februar.	6. März.	12. März.
Kieselsäure und organ. Substanzen	32	48	46
Kohlensaurer Kalk	73	86	102
Schwefelsaurer „	48	39	70
Andere kohlensaure Erden	51	27	20
Schwefelsaure Magnesia	24	0	21
Schwefelsaures Kali	192	198	194
Salpetersaures Kali	47	45	35
Chlornatrium	377	389	344
	844	832	832

Die Menge von Salpetersäure in dem Drainwasser war nicht unbeträchtlich. Bei einem Regenfall von 750 mm und 20 % Sickerwasser würde der Verlust, den die Ackererde durch Auswaschen erleidet, per Hektar 33 Kilo betragen. Die Verfasser glauben, daß diese Menge durch den in dem Regenwasser dem Boden in Form von Ammoniak und Salpetersäure zugeführten Stickstoff mehr als gedeckt wird, da nach den diesbezüglichen in Montsouris[1]) angestellten Unsersuchungen bei der angenommenen Niederschlagsmenge 67 Kilo Salpetersäure auf 1 Hektar Landes entfallen[2]).

Ein besonderes Interesse bietet der außerordentlich hohe Gehalt der Sickerwasser an Kali, welches gewöhnlich nur in geringen Mengen in letzterem enthalten ist. Die übrigen Resultate bestätigen längst festgestellte Thatsachen, welche den Verfassern unbekannt geblieben zu sein scheinen. *E. W.*

G. von Wex. **Ueber die Wasserabnahme in den Quellen, Flüssen und Strömen bei gleichzeitiger Steigerung der Hochwässer in den Kulturländern.** Zweite Abhandlung. Zeitschrift des österr. Architekten- und Ingenieur-Vereins 1879. VI—IX.

Verfasser hatte in der ersten unter dem obigen Titel im Jahre 1873 veröffentlichten Abhandlung aus den langjährigen Wasserstands-Beobachtungen an neun Pegeln der fünf Hauptströme: Donau, Rhein, Elbe, Weichsel und Oder, dann aus vielfältigen anderen Beobachtungen den Nachweis zu liefern versucht, daß sowohl in den vorgenannten Strömen, als auch in den in dieselben einmündenden Nebenflüssen, Bächen und Quellen, die abfließenden Wasserquantitäten während der letzten Decennien bedeutend abgenommen, die Hochwässer dagegen eine Steigerung erfahren hätten und daß die Ursachen dieser eigenthümlichen hydrographischen Erscheinung hauptsächlich in der Ausrodung der Wälder zu suchen seien.

Seit Veröffentlichung der vorerwähnten Abhandlung wurde die vom Verfasser angeregte Wasserfrage fast in allen Ländern theils von wissenschaftlichen Instituten und Vereinen, theils von einzelnen Naturforschern und Fachmännern eifrigst studirt, ventilirt und die diesbezüglichen Gutachten oder Ansichten durch den Druck veröffentlicht.

In dem I. Abschnitt seiner Arbeit führt Verfasser diejenigen, namentlich auf Veranlassung der k. Akademie der Wissenschaften abgegebenen Gutachten

[1]) Comptes rendus. T. XCI. p. 94.

[2]) Vergl. die oben mitgetheilten Untersuchungen von *J. B. Lawes* und *J. H. Gilbert.*

an, welche sich mit seinen Schlußfolgerungen und Ansichten hinsichtlich der in Rede stehenden Frage theils vollständig, theils mit einiger Reserve einverstanden erklären, zugleich aber auch noch viele neue Beispiele und Motive für die Richtigkeit der aufgestellten Hypothese anführen.

Der II. Abschnitt enthält Aufklärungen und Widerlegungen der gegen die Hypothese des Verfassers erhobenen Gegengründe und Zweifel, sowie Mittheilung der von demselben seit 1873 gesammelten neueren Erhebungs- und Beobachtungsresultate in vorliegender Frage.

Die Mittheilung der für und gegen die Hypothese des Verfassers sprechenden Beobachtungen würde uns bei dem Umfange der betreffenden, an interessanten Daten reichen Originalabhandlung zu weit führen. Wir müssen uns darauf beschränken, die Leser auf dieselbe aufmerksam zu machen, indem wir zugleich auf die Bemerkung weiter unten verweisen. *E. W.*

G. Hagen. **Ueber die Veränderung der Wasserstände in den preußischen Strömen.** Abhandlung der k. Akademie der Wissenschaften zu Berlin. 1880.

Die Frage des Einflusses der Bodenkulturen auf die Wasserstände der Flüsse hat dem Verfasser Veranlassung gegeben, eine Reihe von Beobachtungen und Berechnungen anzustellen, deren Resultate er in vorliegender Abhandlung niedergelegt hat.

Verfasser weist zunächst auf die Fehler hin, welche gewöhnlich bei der Messung der Wasserstände gemacht werden. Unzureichende Dauer der Beobachtungen, Unterlassung einer methodischen Berechnung derselben und Veränderung des Nullpunktes des Pegels in Folge der von Zeit zu Zeit nothwendig werdenden Erneuerung und des sorglosen Wiedereinsetzens desselben seien gewöhnlich die Ursachen der geringen Verläßlichkeit der erhaltenen Resultate. Mit möglichster Vermeidung dieser Fehler trifft Verfasser eine Auswahl unter den an preußischen Strömen gemachten Wasserstandsbeobachtungen und berechnet alsdann die Aenderungen für folgende Stationen: am Rhein für Düsseldorf und Cöln, an der Mosel für Trier und Cochem, an der Weser für Höxter und Minden, an der Elbe für Barby und Torgau, an der Oder für Frankfurt und Neu-Glietzen, an der Weichsel für Thorn und Kurzebracke, an dem Pregel für Tapiau und an dem Memelstrom für Tilsit.

Die Beobachtungen ergaben nun, „daß die mittleren Wasserstände des Rheins, der Mosel, der Weser, der Weichsel, des Pregels und der Memel in den betreffenden Perioden unverändert geblieben sind, indem die geringen, bald positiven bald negativen Aenderungen, welche die methodische Berechnung als die wahrscheinlichsten ergab, die Werthe ihrer wahrscheinlichen Fehler noch nicht erreichen. Dasselbe gilt auch für eine an der Oder angestellte Beobachtungsreihe, während die andere (bei Neu-Glietzen) mit einiger Wahrscheinlichkeit eine geringe stetige Senkung vermuthen läßt. Für die Elbe giebt sich die Senkung der mittleren Wasserstände entschieden zu erkennen, doch darf nicht unerwähnt bleiben, daß von 1819—1845 bei Torgau eine stetige Hebung mit großer Wahrscheinlichkeit sich bemerkbar machte.

Die absolut höchsten Wasserstände des Rheins, der Mosel und der Weser, der Elbe, der Oder und des Pregels zeigen mit mehr oder weniger Wahrschein-

lichkeit eine stetige Senkung, die für einzelne der daran liegenden Stationen als sicher angesehen werden darf. Für die Memel und bei einer Station der Weichsel bleiben dieselben aber constant, während sie bei der andern Station der Weichsel (Thorn) sogar mit einiger Wahrscheinlichkeit sich stetig heben.

Was endlich die absolut niedrigsten Wasserstände betrifft, so zeigen dieselben am Rhein mit einiger Wahrscheinlichkeit und auf einer Station an der Weser (Höxter) mit Sicherheit eine stetige Erhebung, während sie auf allen sonstigen Stationen mit mehr oder weniger Wahrscheinlichkeit und vielfach mit Sicherheit eine stetige Senkung erkennen lassen."

Die Senkung der absolut höchsten, wie der absolut niedrigsten Wasserstände beruhen nach des Verfassers Meinung auf den an den Strömen vorgenommenen Correctionen. Bezüglich des Einflusses der veränderten Bodenkultur giebt Verfasser zu, daß kleinere Wasserläufe, die in einer früher bewaldeten und später zum Ackerbau benutzten Fläche entspringen, nach starkem Regen höher anschwellen und mehr in der Dürre versiegen können, behauptet aber, daß ähnliche Erscheinungen an größeren Flüssen und Strömen noch niemals nachgewiesen seien.

Die Schlußfolgerungen, welche die Verfasser der vorstehend bezeichneten beiden Abhandlungen aus ihren Beobachtungen ziehen, ebenso die in der *von Wex*'schen Arbeit angeführten Behauptungen der Hydrotechniker in vorliegender Frage geben zu mancherlei Bedenken Anlaß. Es läßt sich nämlich der Nachweis führen, daß die Pegelbeobachtungen in keiner Weise geeignet sind, einen Aufschluß über den Einfluß der Bodenkulturen auf die Wasserstände der Flüsse zu geben, daß vielmehr diese Frage sich vorläufig nur durch das naturwissenschaftliche Experiment lösen läßt. Abgesehen davon, daß der Pegel im Laufe der Zeit durch Abnehmen und Wiederaufstellen mannigfache Veränderungen erfahren hat, kann der Wasserstand an demselben, wie *Lorenz von Liburnau* in seinem vortrefflichen Werk über „Wald, Klima und Wasser" (München 1878) nachgewiesen hat, über die von dem betreffenden Strom, Fluß oder Bach abgeführten Wassermengen insofern keinen Aufschluß geben, als das Querprofil des Wasserlaufes durch Ablagerungen von Detritus, welchen die Gewässer mit sich führen, durch Auswaschungen der Sohle und der Seitenwände und durch Correctionen in größerem Maßstabe in der Zeit wesentliche Veränderungen erlitten hat. „Da aber vollständig unveränderliche Querprofile eine Unmöglichkeit sind, ergiebt sich der geringe Werth, ja sogar die große Bedenklichkeit der bloßen Pegelablesungen für die Vergleichung des Wasserreichthums von Flüssen und Bächen zu verschiedenen Zeiten."

Bei dem Mangel einer zuverlässigen Methode zur Messung der Wassermengen in den Wasserläufen wird man vorläufig auf die Ergebnisse der naturwissenschaftlichen Forschung in vorliegender Frage zurückgreifen müssen. Daß auf diesem Wege bereits ziemlich verläßliche Anhaltspunkte gewonnen worden sind, wird nicht in Abrede gestellt werden dürfen. Nach den bisherigen Untersuchungen[1])

---

[1]) *E. Ebermayer*. Die physikalischen Einwirkungen des Waldes auf Luft und Boden. Berlin. 1873.

E. Wollny. Der Einfluß der Pflanzendecke und Beschattung auf die physikalischen Eigenschaften und die Fruchtbarkeit des Bodens. Berlin. 1877.

wird mit Bestimmtheit angenommen werden können, daß die Vegetationsdecke der Verschwemmung der Bodentheilchen ein wirksames Hinderniß entgegensetzt, was für die natürlichen Gerinne insofern von Wichtigkeit ist, als die Ursachen erhöhter Wasserstände von den Ablagerungen der vom Wasser mitgeführten festen Bodenbestandtheile herrühren. Ferner läßt sich behaupten, daß die Pflanzendecke einerseits ein plötzliches Steigen der Flüsse verhindert und andererseits bewirkt, daß den letzteren das Wasser gleichmäßiger als von kahlem Boden zugeführt wird, in Folge dessen der Wasserstand in den natürlichen Wasserläufen geringeren Schwankungen unterworfen ist. Die Erklärung hierfür ist aus der Thatsache herzuleiten, daß das Wasser in den mit vegetirenden Pflanzen besetzten Boden nur langsam eindringt, weil die Wurzeln der Abwärtsbewegung des Wassers mechanische Hindernisse entgegenstellen und ein großer Theil des Wassers zum Ersatz des seitens der Gewächse verdunsteten verbraucht wird.

Durch vorstehende Facta wird die *v. Wex*'sche Hypothese im Wesentlichen gestützt, jedoch durch Beweisgründe, welche von denjenigen des geschätzten Autors sehr erheblich abweichen. *E. W.*

E. Stelling. **Ueber den jährlichen Gang der Verdunstung in Rußland.** Repertorium für Meteorologie. Herausgegeben von der kais. russ. Akademie der Wissenschaften. Bd. VII. Nr. 6, p. 1—75.

Im Verhältniß zur Zahl der Abhandlungen, welche Beschreibungen neuer Evaporometer und ihrer Aufstellung enthalten, giebt es nur wenige Arbeiten, in denen die mit diesen Apparaten angestellten Beobachtungen discutirt und die gewonnenen Resultate mitgetheilt werden; vergleichende Untersuchungen über den Verlauf und die Größe der Verdunstung, die größere Beobachtungsgebiete umfassen, fehlen so gut wie vollständig. Da nun die Verdunstung und ihre Variation in den verschiedenen Jahreszeiten ein nicht unbedeutendes klimatisches Interesse gewähren und in nicht geringerem Grade als die übrigen Beobachtungselemente zu ihrer Bearbeitung einladen, so dürfte die Ursache dieser sonst auffallenden Erscheinung wohl hauptsächlich in gewissen Umständen zu suchen sein, welche die allgemeine Vergleichbarkeit der Verdunstungsbeobachtungen beeinträchtigen.

Die Größe der Verdunstung hängt nämlich nach den bisherigen Erfahrungen nicht blos vom Klima und der Lage des gegebenen Beobachtungsortes ab, sondern sie wird auch durch die Form und Größe der benutzten Apparate und deren Aufstellung in so hohem Grade beeinflußt, daß an ein und demselben Ort aber mit verschiedener Aufstellung angestellte Beobachtungen größere Differenzen ergeben können, als Verdunstungsbeobachtungen an Evaporometern gleicher Construction und Aufstellung von weit entfernten Stationen.

Da also in diesem Sinne die gefundenen Verdunstungsmengen mehr Funktionen der benutzten Instrumente und der befolgten Beobachtungsmethoden als der klimatischen Verhältnisse des Beobachtungsortes sein können, so stößt hierdurch eine vergleichende Zusammenstellung von Messungen über die Größe der Verdunstung an Orten, welche zu verschiedenen Beobachtungsgebieten gehören, die ja meist ihre eigenen besonderen Instrumente in eigenartigen Aufstellungen zu benutzen pflegen, von vornherein auf fast unüberwindliche Schwierigkeiten.

In Rußland, das innerhalb seiner Grenzen Gegenden mit den verschiedensten klimatischen Verhältnissen umfaßt, sind nun in den letzten Jahren Verdunstungs-

beobachtungen mit ganz gleichen im physikalischen Central-Observatorium geprüften Evaporometern[1]) angestellt worden, denen auf allen Stationen eine möglichst gleichartige Aufstellung[2]) gegeben wurde, so daß hier für eine vergleichende Untersuchung der von zum Theil weit von einander entfernten Stationen gesammelten Beobachtungen die eben erwähnte Schwierigkeit beseitigt ist.

Da die Größe und der Verlauf der Verdunstung nach allen bisherigen Erfahrungen hauptsächlich durch die Temperatur und die Feuchtigkeitsverhältnisse beeinflußt werden, so schien es geboten, an der Hand der mit den Verdunstungsbeobachtungen gleichzeitig ausgeführten gewöhnlichen meteorologischen Beobachtungen zu untersuchen, ob die Witterungsverhältnisse der Jahre, in denen die Verdunstung gemessen wurde, einen normalen Verlauf aufwiesen, oder ob größere Störungen vorgekommen waren. Zeigten dann die die Verdunstung in erster Linie bedingenden Witterungsverhältnisse einen normalen Gang, so war hieraus der Schluß auf einen im allgemeinen gesetzmäßigen Verlauf der Verdunstung berechtigt, während im entgegengesetzten Falle keine allgemein gültigen Schlüsse gezogen werden durften. Bei der zu diesem Zweck angestellten Untersuchung zeigte sich wiederum die mehrfach nachgewiesene Abhängigkeit der Verdunstung von der Temperatur und Feuchtigkeit der Luft in klarster Weise: stets entsprach selbst kleinen Störungen im normalen Verlauf dieser beiden Elemente eine Störung im Gange der Verdunstung, und umgekehrt ließ sich bei jeder Unregelmäßigkeit der die letzten darstellenden Curven eine Anomalie der ersteren Elemente nachweisen.

Ueber den jährlichen Gang der Verdunstung giebt die nachstehende Tabelle Auskunft, in welcher die mittlere tägliche Verdunstung in den einzelnen Monaten von allen denjenigen Stationen verzeichnet ist, deren Beobachtungen sich als zuverlässig erwiesen haben.

Mittlere Verdunstung in 24 Stunden.

mm

Station.	Januar.	Februar.	März.	April.	Mai.	Juni.	Juli.	August.	September.	Oktober.	November.	Dezember.	Beobachtungsjahr.
St. Petersburg. . .	0,12	0,14	0,31	0,67	1,20	2,05	1,94	1,49	0,98	0,54	0,28	0,16	1872—79
Pawlowsk	0,05	0,12	0,24	0,54	1,02	1,30	0,93	0,97	0,53	0,20	0,15	0,12	1878—79
Wassilewitschi . . .	0,23	0,38	0,84	2,02	3,07	4,15	3,18	2,50	2,51	0,85	0,68	0,51	1879
Kischinew	0,28	0,45	0,93	2,95	2,65	3,22	2,93	3,06	2,33	1,19	0,83	0,52	1877—79
Elissawetgrad . . .	0,18	0,26	0,73	1,12	2,83	3,78	3,52	4,45	2,95	1,32	0,50	0,24	1875—79
Lugan	0,15	0,39	1,03	2,78	3,24	4,48	5,94	3,23	4,05	1,53	0,78	0,29	1879
Nikolaewskoe . . .	—	0,23	0,34	0,96	4,04	4,07	4,14	3,40	3,06	1,62	0,25	0,25	1879
Astrachan	0,22	0,24	0,97	1,99	3,49	4,37	4,28	3,65	2,57	1,46	0,76	0,35	1877—79
Akmolinsk	0,04	0,15	0,50	1,92	5,35	6,31	7,44	5,33	4,36	1,71	0,34	0,07	1876—79
Nukuss	0,73	1,59	3,36	6,27	9,30	9,20	9,73	8,84	6,13	4,16	2,77	1,14	74—75, 78—79
Petro-Alexandrow . .	0,69	1,89	3,71	6,75	11,30	10,77	12,72	11,75	7,67	4,59	2,73	1,41	74—75, 77—79
Taschkent Laborat. .	0,47	1,01	1,88	2,12	3,24	3,92	4,23	3,64	2,19	1,23	0,87	0,79	1878—79
„ Observ. .	1,07	1,25	3,08	2,79	4,83	7,68	7,85	6,89	4,45	2,57	2,13	1,76	1878
Katharinenburg . .	0,11	0,20	0,65	1,32	2,02	2,26	2,35	1,79	1,20	1,14	0,52	0,16	1877—79
Barnaul	—	0,10	0,37	1,66	3,62	3,76	3,88	3,29	2,15	1,28	0,32	—	1877—79
Sealair	0,18	0,45	0,81	1,89	3,69	3,24	3,67	2,95	1,98	1,31	0,51	0,29	1877—79
Nertschinsk	0,05	0,09	0,65	1,84	2,58	3,01	2,79	1,68	1,29	0,88	0,13	0,04	1877—79
Peking	0,90	1,23	2,99	4,29	5,46	5,02	3,05	1,92	1,97	2,03	1,81	1,14	1875—79

Aus diesen Daten und speciell unter Berücksichtigung der bei jeder Station

[1]) Ueber einen einfachen Verdunstungsmesser für Sommer und Winter v. *H. Wild.* Mélanges physiques et chimiques tirés du Bulletin de l'Academie des sciences de St. Petersbourg. T. IX. p. 53.

[2]) Vergl. diese Zeitschrift 1879. Bd. II. p. 521.

gegebenen Discussion der gefundenen Monatsmittel lassen sich folgende allgemeine Regeln über den jährlichen Gang der Verdunstung aufstellen:

1. Das Minimum der Verdunstung findet gleichzeitig mit dem Minimum der Temperatur um den Januar statt.

Dieses Zusammenfallen der Minima der Verdunstung und der Temperatur findet zum Theil seine Erklärung darin, daß um diese Zeit auch das Maximum der relativen Feuchtigkeit eintritt. Andererseits ist bei niedriger Temperatur der Einfluß der relativen Feuchtigkeit auf die Größe der Verdunstung ein sehr unbedeutender, so daß auch in den Gegenden, wo wie z. B. in Peking im Winter eine geringe relative Feuchtigkeit der Luft statt hat, der Einfluß der Temperatur vorherrscht.

2. Im ganzen europäischen Rußland mit Ausnahme des Kaukasus, in Turkestan, den Wüstengegenden um den Aral-See, im Ural und in Westsibirien tritt das Maximum der Verdunstung im Allgemeinen um den Juli ein. Während jedoch an den Küsten des Baltischen und Kaspischen Meeres, am Ural und in Westsibirien das Maximum zum Juni gezogen wird, erscheint es in den südrussischen Steppen zum August hin verschoben und wird im Kaukasus ganz bis zu diesem letzteren Monat zurückgedrängt.

An der Grenze des ostasiatischen Monsungebietes findet dagegen das Maximum im Juni und an der Küste des stillen Oceans schon im Mai statt.

In ganz Rußland, mit Ausnahme des Kaukasus und der Gegenden am nördlichen Eismeer tritt das Maximum der Temperatur im Juli ein; da nun die Verdunstung in erster Linie unter dem Einfluß der Temperatur steigt und fällt, so ist hierdurch die Tendenz zum Eintritt ihres Maximums im Juli leicht erklärlich. Unter dem Einfluß der relativen Feuchtigkeit wird jedoch das Maximum nach der einen oder anderen Seite hin verschoben. In den Gegenden um den Aralsee und in Turkestan, wo das Minimum der relativen Feuchtigkeit, die sich in den Monaten Mai bis Juli überhaupt wenig ändert, fast mit dem Maximum der Temperatur im Juli zusammentrifft, tritt auch das Maximum der Verdunstung im Juli ein. Am baltischen Meer und an der Nordküste des kaspischen Meeres, sowie überhaupt in den Gegenden, wo das Minimum der relativen Feuchtigkeit schon im Juli stattfindet, muß hierdurch das Maximum der Verdunstung etwas zum Juni hin verschoben werden. Die gleiche Erscheinung beobachten wir am Ural und in Westsibirien, da hier die relative Feuchtigkeit ihr Minimum schon im Mai hat.

Weiter nach Osten hin, wo das Maximum der relativen Feuchtigkeit im Frühjahr immer schärfer ausgeprägt auftritt, fällt der Eintritt des Maximums der Verdunstung in Folge hiervon schon auf den Juni und an der Küste des stillen Oceans wird das Maximum sogar bis zum Juni zurückgeschoben, da hier das Minimum der relativen Feuchtigkeit, die überhaupt im Anfang des Jahres sehr klein ist, schon im April eintritt, und zum Sommer hin eine bedeutende Zunahme dieser Feuchtigkeit stattfindet.

In einem gewissen Gegensatz hierzu steht das südrussische Steppengebiet. In tiefen Steppen, sowie an der Nordküste des schwarzen und Asow'schen Meeres tritt nämlich das Minimum der relativen Feuchtigkeit erst im August ein und

hierdurch wird dann auch das Maximum der Verdunstung zu diesem Monat hin verschoben. Diese Verschiebung kann um so leichter eintreten, als hier die mittlere Temperatur des Juli nur wenig höher ist, als die des August. Im Kaukasus endlich, wo das Maximum der Temperatur zugleich mit dem Minimum der relativen Feuchtigkeit erst im August eintritt, findet das Minimum der Verdunstung natürlich gleichfalls im August statt.

3. Die Jahresamplitude der Verdunstung und damit der steilere oder sanftere Anstieg und Abfall der Curve hängt hauptsächlich von den Temperatur- und Feuchtigkeitsverhältnissen zur Zeit des Maximums der Verdunstung ab und wächst mit abnehmender Breite und continentalerer Lage. Mit Ausnahme der im südlichsten Theil von Rußland belegenen Gegenden sinkt nämlich die Verdunstung zur Zeit des Minimums im Januar bis auf wenige Zehntel Millimeter, so daß die Jahresamplitude fast ausschließlich durch die Größe des Maximums bedingt ist, und somit von der Temperatur und Feuchtigkeit der Luft, sowie in zweiter Linie von der Geschwindigkeit des Windes zur Zeit dieses Maximums abhängt. Hierdurch findet der sonst auffallende Umstand seine Erklärung, daß zwei Orte, die wie Nukuß und Peking bei einer fast vollkommen übereinstimmenden mittleren Temperatur und Feuchtigkeit der Luft sehr nahe gleiche Jahresamplituden der Temperatur und Feuchtigkeit haben, doch so sehr verschiedene Amplituden der Verdunstung aufweisen. In nahezu derselben Weise, wie die Amplituden anwachsen, steigt auch die Größe der mittleren Verdunstung.

4. Vom Minimum erhebt sich die Verdunstung erst langsam, dann rascher und wächst dann wieder langsam bis zum Maximum. In ähnlicher Weise findet die Abnahme vom Maximum zum Minimum statt, doch bildet das ostasiatische Monsungebiet eine Ausnahme, indem sich hier eine zweimalige Beschleunigung der Abnahme mit dazwischen eintretender Verlangsamung geltend macht. Den Uebergang zu diesem Gebiet finden wir in Westsibirien, wo die Abnahme ziemlich gleichmäßig erfolgt.

5. Das Maximum des Anwachsens findet im Allgemeinen vom April zum Mai statt, kurz nachdem die Verdunstung ihren mittleren Werth erreicht hat. Am Baltischen Meer verspätet sich jedoch das Maximum des Anwachsens auf die Zeit zwischen Mai und Juni und hat im ostasiatischen Monsungebiet entsprechend dem früheren Eintritt des Maximums die Tendenz früher stattzufinden; in Peking tritt es schon vom Februar zum März hin ein.

Das Maximum der Abnahme tritt im Allgemeinen im europäischen Rußland vom September zum Oktober und im asiatischen Rußland mit Ausnahme des Monsungebietes vom August zum September ein. Im Monsungebiet, wo das Maximum sich theilt, findet in diesen Monaten gerade ein Minimum der Abnahme statt. *E. W.*

F. Masure. **Untersuchungen über die Verdunstung freier Wasserflächen und des im Boden enthaltenen Wassers und über die Transspiration der Pflanzen.** I. (Recherches sur l'évaporation de l'eau libre, de l'eau contenante dans les terres arables et sur la transpiration des plantes. Ann. agronomiques publiées par *P. P. Dehérain.* 1880. Tom. VI. Fasc. III, p. 441—480.)

In vorliegender Arbeit theilt Verfasser die Resultate seiner zu Orleans angestellten Beobachtungen über die physikalischen Gesetze der Wasserverdunstung, den Einfluß des Culturbodens auf letztere und die Transspiration der Pflanzen mit. In der Einleitung werden die zu den Versuchen benutzten Apparate und Berechnungsmethoden näher beschrieben, bezüglich welcher wir auf die Originalabhandlung verweisen.

Das erste Kapitel enthält die Untersuchungen über die Einflüsse, welchen die Verdunstung unterworfen ist. I. Allgemeiner Gang der Verdunstung. Vom 6. August bis 15. November betrug die Menge des verdunsteten Wassers 183 mm. Die täglichen Mittel betrugen während der folgenden 14 Perioden:

	mm	Witterung
Vom 6. — 12. August	2,92	feucht
„ 12. — 18. „	4,10	trocken und stürmisch
„ 19. — 26. „	3,20	warm „ „
„ 26. — 31. „	2,64	schön unterbrochen durch Regen.
„ 31. August — 6. Septbr.	2,67	sehr schön.
„ 7. Septbr. — 15. „	1,96	bewölkt und regnerisch.
„ 15. „ — 22. „	2,00	schön und ziemlich warm für die Periode.
„ 22. „ — 30. „	1,82	schön und ziemlich kalt.
„ 30. „ — 7. Oktober	1,46	veränderlich, ziemlich warm.
„ 7. Oktbr. — 14. „	1,39	sehr schön und kalt.
„ 14. „ — 22. „	0,42	regnerisch und kalt.
„ 22. „ — 30. „	0,52	bewölkt, ziemlich warm.
„ 30. „ — 6. Novbr.	0,66	schön und kalt.
„ 6. Novbr. — 15. „	0,88	schön und trocken.

Das Maximum (vom 12. — 18. August) fiel demnach in eine durch hohe Temperatur und trockene und stürmische Witterung ausgezeichnete Periode. Von da an nahm die Verdunstung gleichzeitig mit der Temperatur ab, aber nicht proportional derselben, weil die Luftfeuchtigkeit ebenfalls ihren Einfluß geltend machte. Die Verdunstung unterliegt eben einer großen Zahl von Einwirkungen, von welchen Verfasser im Folgenden die wichtigsten beschreibt. II. Einfluß der Tageszeiten. Die Verdunstung betrug im Ganzen:

48,02 mm während der Morgenzeit,
101,32 „ „ „ Abendzeit,
14,46 „ „ „ Nachtzeit.

Die Resultate zeigen sehr deutlich den Einfluß der successiven Einwirkung der Insolation und der nächtlichen Strahlung. Die geringe Verdunstung während der Nacht kann unter Umständen gleich 0 oder negativ werden, d. h. die verdunstete Wassermenge kann geringer ausfallen, als das in den Evaporometern condensirte. Dies trifft ein in regnerischen Perioden, wenn die Luft sehr feucht ist. Diese Erscheinung der Uebersättigung der Luft macht sich zuweilen nach Sonnenaufgang bemerkbar und beeinflußt dann die Verdunstung während der Morgenstunden. III. Einfluß der Witterung auf die Wasserverdunstung. Der Einfluß der Sonnenstrahlen auf die Verdunstung macht sich nicht nur zu verschiedenen Tageszeiten, sondern auch je nach der Beschaffenheit des Himmels in verschiedener Weise geltend. Bei ungehinderter Bestrahlung wird die Verdunstung größer sein, als bei bewölktem Himmel, wie folgende Tabelle zeigt.

Witterung:	Tägliche Verdunstung: Morgens. mm	Abends. mm	Nachts. mm	Total. mm
Schönes Wetter, Himmel rein oder wenig bewölkt:	5,34	11,45	1,94	18,73
Regnerisch, Himmel bewölkt:	3,00	4,16	0,21	7,37.

Danach war die Verdunstung während schöner Witterung im Vergleich zu der während der regnerischen Tage

ca. 2 mal größer in den Morgenstunden,
„ 3 „ „ „ „ Abendstunden,
„ 10 „ „ „ „ Nachtstunden.

IV. Die Abhängigkeit der Verdunstung von der Temperatur und dem Feuchtigkeitsgehalt der umgebenden Luft. Um den Einfluß der Temperatur auf die Wasserverdunstung zu bemessen, war es nothwendig, solche Beobachtungen auszuwählen, in welchen der Feuchtigkeitsgehalt der Luft ungefähr derselbe war, und welche zu der gleichen Tageszeit angestellt wurden.

		Luftfeuchtigkeit.	Mittlere Temperatur.	Verdunstung.
Morgens.	26.—28. September	84	10,7 °	0,24 mm
	4.—13. Oktober	84	12,0 °	0,40 „
	29. Sept. bis 3. Okt.	84	17,0 °	0,50 „
	26.—29. August	83	18,0 °	0,73 „
	8.—11. „	82	19,0 °	0,82 „
	19.—22. „	80	21,5 °	1,03 „
Abends.	17. u. 18. September	66	23,0 °	1,14 „
	19.—22. August	66	27,2 °	2,73 „ .

Diese Zahlen zeigen deutlich, daß die Verdunstung mit der Temperatur zunimmt.

Bezüglich des Einflusses der Luftfeuchtigkeit auf die Verdunstung wurden folgende Zahlen gewonnen:

		Temperatur.	Luftfeuchtigkeit.	Verdunstung.
Morgens.	1.— 5. September	17,6 °	75	0,93 mm
	10.—16. „	17,7 °	79	0,62 „
	30. u. 31. August	17,0 °	89	0,38 „
	23.—25. „	17,2 °	91	0,25 „
Abends.	23.—25. August	21,0 °	81	1,04 „
	6.— 7. „	20,5 °	59	2,34 „

Bei gleicher Temperatur ist also die Verdunstung um so größer, je geringer die relative Luftfeuchtigkeit ist.

In dem nächsten Kapitel der Abhandlung sucht Verfasser die Verdunstung des Wassers in der Natur theoretisch zu begründen und durch eine Formel auszudrücken, in der jedoch eine Größe (K) figurirt, welche die zahlreichen von der Temperatur und Luftfeuchtigkeit unabhängigen, in den mannigfachsten Combinationen einwirkenden Faktoren umfaßt und sich daher wohl niemals feststellen lassen wird. Am Schluß der Arbeit bespricht Verfasser die verschiedenen Formen der Condensation des Wasserdampfes aus der atmosphärischen Luft und verbreitet sich ausführlicher über die Bildung des Thaues auf den Pflanzen. Da die

Pflanzen eine Temperatur besitzen, welche derjenigen der umgebenden Luft ungefähr gleich ist, so läßt sich der reichliche Thau, mit welchem sie sich bedecken, nicht ausschließlich durch die Erkaltung der Luft bei ihrer Berührung erklären; durch das Freiwerden einer beträchtlichen Menge latenter Wärme bei dem Uebergang des atmosphärischen Wasserdampfes in den flüssigen Zustand würde bald die Temperatur der Blätter in demselben Grade wie die der Luft erhöht werden, wodurch der Niederschlag aufgehoben und derselbe verhindert würde, so reichlich auszufallen, wie es die tägliche Erfahrung lehrt.

Der Thau der Pflanzen ist zum Theil abhängig von der vom Morgen ab wieder beginnenden Verdunstung des Wassers, welches nicht in die umgebende Luft übertreten kann, sondern eine Art von Schweiß (sueur) bildet, welcher aus allen Poren der Blätter tritt. Dieses aus den Blättern austretende Wasser kann nicht vollständig verdunsten, weil bei der Temperatur der Blätter die Spannung des Dampfes alsbald gleich ist derjenigen der Luft selbst. Indem die Pflanzen mehr Wasser verdunsten, als sie an die Atmosphäre abgeben können, wird dieses Wasser jenem Niederschlag auf die Pflanzen hinzugefügt, welcher aus der Atmosphäre stammt.

Der betreffende Prozeß ist der Transspiration der Thiere und der Menschen analog; für gewöhnlich verdunstet das Wasser, welches aus der Haut kommt, an die Atmosphäre und die Haut bleibt trocken; wenn aber in Folge von bedeutender Muskelanstrengung die Transspiration stärker wird, so kann das Wasser, welches aus den Poren der Haut dringt, sich nicht vollständig verflüchtigen, es häuft sich in Tropfenform an und rieselt am Körper herunter. *E. W.*

***G. Dines.* Thau, Dunst und Nebel.** (Dew, mist and fog.) Quarterly Journal of the Meteorol. Soc. Vol. V. Nr. 31, pag. 156—164 und: Zeitschrift der österr. Ges. f. Meteorologie. 1880. Bd. XV, pag. 381.

Der Verfasser hat sich viele Mühe gegeben, den Thaufall zu messen. Er bediente sich hierzu mehrerer Uhrgläser, die auf verschiedenen Substanzen der nächtlichen Strahlung ausgesetzt wurden. Das Gewicht derselben wurde ein für allemal balancirt und es war dann sehr leicht, das Gewicht des Thaues zu bestimmen. Es ergab sich bald, daß an eine regelmäßige Thaumessung nicht zu denken sei, weil zu viele natürliche Hindernisse dem in den Weg treten. Es wurden 198 Beobachtungen gemacht, sie ergaben im Mittel für einen nächtlichen Thaufall eine Wassermenge von kaum 0,1 mm, nur in wenigen Fällen erreichte sie 0,3 mm. Die Beobachtungen auf Gras (71) ergaben im Mittel 0,07 mm pro Nacht. *G. Dines* berechnet daraus die jährliche Wasserhöhe des Thaufalls auf 35,5 mm oder 26,0 mm auf Gras; selbst wenn man allen Umständen, unter denen die Versuche angestellt worden sind, in günstigster Weise Rechnung trägt, erhält man nur einen jährlichen Thaufall von ca. 38 mm, während man ihn für England schon auf 127 mm geschätzt hatte.

Der Verfasser bespricht dann die verschiedenen Ursachen des Nebels. Nebel ist eine Wolke, die auf der Erde aufliegt. Er unterscheidet zwischen „mist“, d. i. eine derartige Wolke in kleinem Umfange und von keiner großen Tiefe, und „fog“, wenn sie sich über eine große Aera mit variabler Mächtigkeit erstreckt. Die Morgennebel längs der Flußläufe entstehen, wie die Beobachtung lehrt, dann, wenn das Wasser wärmer ist als die Luft darüber. Die Verdunstung vom Wasser oder

über feuchtem Grund erfolgt dann rascher als der Dampf weggeführt werden kann, die Luft wird gesättigt, aber die Verdunstung von der wärmeren Oberfläche hält dem ungeachtet an, der Dampf wird daher in der Luft condensirt und bildet Nebel, welcher sich allmählich weiter ausbreitet. Ebenso muß sich der Nebel auf dem Meere über dem Golfstrom bilden. Die Abendnebel auf feuchten tiefliegenden Wiesen entstehen auf andere Art, indem die durch Wärmestrahlung erkaltete Grasfläche die unteren Luftschichten abkühlt, wobei der Wasserdampf condensirt wird.

Der Verfasser spricht dann auch des Weiteren über die Ursache des Schwebens der Wassertröpfchen der Nebel und der Wolken. Er berechnet aus Beobachtungen, daß die feinen Thautropfen auf einer eben unter den Thaupunkt erkalteten ebenen Fläche nicht 0,001 mm Durchmesser haben. Die von ihm mit Hilfe eines Mikroskops gemessenen feinsten Regentropfen hatten einen Durchmesser von 0,3 bis 0,13 mm, nur einmal fand er einen Tropfen von weniger als 0,09 mm.

In der darauf folgenden Discussion wurden noch mehrfache interessante Bemerkungen vorgebracht. Von besonderem Interesse sind unter anderen die Beobachtungen von Colonel *Ward* beim Emporsteigen durch eine mehr als 1000 Fuß dicke Nebelschicht. Die Temperatur war hier niedriger als unten und oberhalb, die Luft mit Wasserdampf gesättigt.

Schiaparelli und D. Ragona. **Ueber den jährlichen Gang der Luftfeuchtigkeit in Mailand und Modena.** Rendiconti del R. Instituto lombardo. Ser. II. Vol. XII. fasc. XVI. 1879 und Andamento annale dell' umidita relativa ed assoluta. Modena 1879 und: Zeitschrift der österr. Ges. f. Meteorologie 1880. S. 416—418 u. S. 468.

Die Verfasser haben in Mailand und Modena über den Feuchtigkeitsgehalt der Luft sehr umfassende Untersuchungen angestellt, welchen wir folgende Daten entnehmen:

	Mailand.			Modena.	
	Dunstdruck.	Rel. Feuchtigkeit.	Ampl.	Dunstdruck.	Rel. Feuchtigkeit.
	mm	%	%	mm	%
Januar	4,8	87,5	7,7	4,9	85
Februar	4,4	86,7	7,4	4,6	84
März	4,8	80,4	15,7	5,0	78
April	5,7	72,7	20,8	5,8	70
Mai	7,3	68,8	23,9	7,4	65
Juni	9,5	67,9	25,1	9,6	63
Juli	11,8	65,3	25,6	11,8	61
August	13,3	62,4	26,1	13,1	57
September	13,2	65,0	26,0	12,9	58
Oktober	11,5	72,7	25,2	11,3	65
November	8,8	79,9	18,7	8,9	74
Dezember	6,3	84,6	13,5	6,4	82.

Das Maximum der relativen Feuchtigkeit fällt demnach auf den Januar, das Minimum auf den August. Dasselbe gilt von Genf nach der von *Plantamour* berechneten Curve. Der größte normale Werth des Dunstdrucks zeigt sich dagegen im August, das Minimum im Januar. Die Beobachtungen lehrten ferner, daß der

Gang der Dampfspannung dem der Temperatur sehr nahe kommt. Ebenso zeigen im Allgemeinen die täglichen Schwankungen des Dunstdrucks und der relativen Feuchtigkeit dieselben Beziehungen zur Temperatur wie die jährlichen: die Spannung ist am kleinsten vor Sonnenaufgang, am größten nach Mittag. Die relative Feuchtigkeit verhält sich gerade entgegengesetzt. *E. W.*

A. Lévy. **Ueber den Ammoniakgehalt der Luft und des Wassers.** Compt. rend. T. XCI, pag. 94 und „der Naturforscher“ 1880, Nr. 36, pag. 339.

Auf dem Observatorium zu Montsouris werden vom Verfasser täglich um die Mittagszeit die Ammoniakmengen bestimmt, welche während 24 Stunden von der Luft zurückgelassen wurden, die durch eine Salzlösung streicht. Ferner wird jedes meteorische Wasser auf seinen Gehalt an Ammoniak geprüft und zur Vergleichung ist in der letzten Zeit sowohl aus einer ganzen Reihe von Flüssen das Wasser auf seinen Ammoniakgehalt geprüft worden, als auch in verschiedenen Luftproben, die an mehreren Orten in Paris gewonnen wurden, die Ammoniakmengen bestimmt; auch aus verschiedenen Gegenden gesammeltes Regenwasser wird regelmäßig untersucht und das spezielle Ergebniß dieser Analysen wird regelmäßig im Jahrbuch des Observatoriums und im statistischen Bulletin von Paris veröffentlicht. Einen allgemeinen Ueberblick der Resultate sandte der Verfasser der Pariser Akademie; wir entnehmen dieser Mittheilung die folgenden Daten.

Die Meteorwässer geben zwar im Einzelnen in den verschiedenen Quartieren von Paris ziemlich verschiedene Werthe, im Monatsmittel aber und mehr noch im Jahresmittel geben sie ungefähr identische Zahlen. Es zeigt sich ferner eine entschiedene Regelmäßigkeit in der Abnahme des Ammoniak-Stickstoffs, wenn man von der kalten zur warmen Jahreszeit übergeht; das Minimum aller Stationen fällt auf den Juli. Im Juli und August enthalten auch die Trinkwässer in Paris am wenigsten Ammoniak, während der Dezember das Maximum ergiebt. Das Jahresmittel von 4 in einer Tabelle zusammengestellten Stationen schwankt zwischen 1,15 und 1,19 mg pro Liter Wasser.

Bei der Untersuchung des Ammoniaks der Luft sind täglich 3000 Liter Luft untersucht worden. Es zeigte sich hier im Gegensatz zum Meteorwasser, daß während der warmen Jahreszeit der Ammoniakstickstoff in der Luft am reichlichsten vorhanden ist, nämlich auf 100 Liter im Monatsmittel 2,09 mg, während im Winter auf 100 Liter nur 1,61 Ammoniakstickstoff kommen.

Es sei besonders hervorgehoben, daß das gleichfalls untersuchte Kanalwasser im Liter 20 mg Ammoniakstickstoff ergab, während das Seinewasser nur 0,22 mg enthielt, und daß auch die Luft der Abzugskanäle im November z. B. 8 mg in 100 Liter Luft enthielt, während dasselbe Quantum Luft auf dem Père-Lachaise in Paris 2,6 mg ergab.

A. Augustin. **Einfluß der Bewölkung auf den täglichen Gang der Temperatur** in Prag. Sitzungsberichte der böhmischen Gesellschaft der Wissenschaften in Prag 1880 und „der Naturforscher“ 1880, Nr. 41, pag. 377 und 378.

Aus den meteorologischen Beobachtungen, welche an der Sternwarte zu Prag in der Zeit von 1840 bis 1877 angestellt worden, hat Verfasser den Einfluß der Bewölkung auf den täglichen Gang der Temperatur festzustellen gesucht. Wir entnehmen der betreffenden Abhandlung nachfolgende Schlußfolgerungen:

1. Die Extreme in der täglichen Temperaturperiode werden durch die Wolkendecke derart abgeschwächt, daß sich im Laufe des Jahres bei heiterem Himmel die Größe des Minimums zwischen — 10,39° im Januar und 17,35° im Juli um 27,74°, die Größe des Maximums zwischen — 4,77° und 29,28° um 34,05°, gegen 16,41° (— 1,15° im Januar und 15,26° im August) und 18,78° fast doppelt soviel verändert, als bei bedecktem. Das Minimum wird am meisten durch die Wolken im Winter, wo die Wärmestrahlung vorherrschend ist, das Maximum im Sommer, wo die Insolation vorherrscht, beeinflußt; ersteres erscheint im Winter um 7,38° (im Januar um 9,24°), letzteres im Sommer um 9,94° (im Juli bis um 10,96°) kleiner an trüben als an heiteren Tagen.

Der Betrag, um den die Temperatur von 6. h. p. bis zum Minimum an heiteren Tagen mehr gesunken ist, als an trüben, beläuft sich durchschnittlich auf 5,6°; im April und Mai, wo die nächtliche Wärmestrahlung sehr groß ist, bis auf 7,5°.

2. Die Amplitude der täglichen Temperaturoscillation ist im Mittel (9,72° gegen 3,07°) dreimal größer an heiteren als an trüben Tagen. Das Maximum erreicht die Amplitude bei klarem Himmel im April mit 12,47° und August mit 12,24°, bei bedecktem im Juli mit 4,42° und Mai mit 4,15°, die Minima 5,23°, 11,15° und 1,23°, 3,98° fallen übereinstimmend auf den Dezember und Juni.

3. Die Eintrittszeiten der Temperaturextreme in der täglichen Periode erscheinen von dem Bewölkungsgrade in der Weise abhängig, daß sich an trüben Tagen das Minimum $^1/_2$ bis 1 St. (im Winter mehr als im Sommer), das Maximum $^1/_4$ bis $^3/_4$ St. (im Sommer mehr als im Winter) früher einstellt als an heiteren.

4. Wie die Extreme in der täglichen Temperaturperiode, so treffen auch die Media im Ganzen an heiteren Tagen später ein als an trüben. Die Eintrittszeit des vormittäglichen Mediums schwankt bei klarem Himmel im Mittel zwischen 9—11 h., des nachmittäglichen zwischen $8^1/_2$—$9^1/_2$ h., bei bedecktem Himmel des vormittäglichen zwischen 9—$10^1/_2$ h. und des nachmittäglichen zwischen 8—9 h.

5. Die Zeit des raschesten Ganges der Temperatur in der täglichen Temperaturperiode wird durch die Bewölkung mehr beeinflußt beim Fallen als beim Steigen. Die größten stündlichen Zunahmen der Temperatur fallen ohne Unterschied der Bewölkung im Mittel zwischen 9—10 h., die Abnahmen dagegen finden bei bedecktem Himmel im Ganzen zwischen 6—7 h., bei klarem zwischen 7—8 h. statt.

6. Der tägliche Temperaturgang ist viel rascher, beträchtlicher und auch regelmäßiger bei klarem Himmel, wie bei bewölktem. Sowohl die größten als die mittleren stündlichen Zu- und Abnahmen der Temperatur bei der täglichen Variation sind drei- bis viermal größer an heiteren, als an trüben Tagen. Die für die beiden entgegengesetzten Grade der Bewölkung gezeichneten Temperaturkurven können im Ganzen als die äußersten Grenzen angesehen werden, in welchen sich der tägliche Temperaturgang bewegt. Die den mittleren Verlauf der Temperatur darstellenden Kurven nähern sich, je nach der Größe der Bewölkung der einzelnen Monate, mehr dieser oder jener Grenze; im Winter den Kurven für die trüben, im Sommer mehr den Kurven für die heiteren Tage.

Schließlich soll noch auf die Abhängigkeit der Mitteltemperatur von der Bewölkung hingewiesen werden. Wie aus den bezüglichen Zahlen hervorgeht, sind die Tagesmittel der Temperatur in den Monaten mit größerer Tageslänge April bis September größer (im Juli bis 7,27°), in den Monaten mit kürzerer Tageslänge Oktober bis März dagegen kleiner (im Januar bis 7,30°) bei klarem Himmel als bei bewölktem. Von den allgemeinen 38jährigen Mitteln weichen die aus heiteren Tagen gebildeten ab: im Winter um — 4,89°, Frühling + 1,15°, Sommer + 3,26°, Herbst — 1,04°, Jahr — 0,47°; die Mittel der trüben Tage: im Winter um 0,59°, Frühling — 0,85°, Sommer — 2,94°, Herbst — 0,19°, Jahr — 0,85°.

Da jedoch einfache Monats- und Jahresmittel in Bezug auf ihre Größe keine hinlängliche Sicherheit darbieten, so sind hier noch die Temperaturmittel aus den sämmtlichen 846 heiteren und 2279 trüben Tagen berechnet und neben die 38jährigen Mittel gestellt worden.

38jährige Mittel.

Januar	Februar	März	April	Mai	Juni
—1,42°	—0,07°	3,18°	9,14°	14,02°	18,06°
Juli	August	September	Oktober	November	Dezember
19,73°	19,24°	15,14°	9,79°	3,57°	—0,19°

Jahr = 9,18°.

Mittel der heiteren Tage.

Januar	Februar	März	April	Mai	Juni
—8,46°	—5,36°	2,73°	9,41°	15,82°	19,55°
Juli	August	September	Oktober	November	Dezember
21,95°	21,46°	16,57°	9,24°	0,00°	—5,74°

Jahr = 8,09°

Mittel der trüben Tage.

Januar	Februar	März	April	Mai	Juni
—1,12°	0,59°	3,15°	7,51°	11,92°	15,04°
Juli	August	September	Oktober	November	Dezember
16,46°	16,88°	13,15°	8,89°	3,48°	0,90°

Jahr = 8,02°.

Hier betragen die Abweichungen der aus heiteren Tagen gebildeten von den vieljährigen Mitteln: im Winter — 5,96, Frühling + 0,55, Sommer + 2,01, Herbst — 0,90, Jahr — 1,09; der aus trüben Tagen abgeleiteten Mittel: im Winter + 0,48, Frühling — 1,24, Sommer — 4,88, Herbst — 1,00, Jahr — 1,16°.

Im Allgemeinen läßt sich behaupten, daß bei andauernder Heiterkeit der Winter um etwa 5° kälter, der Sommer um 2—3° wärmer, bei andauernder Bedeckung des Himmels dagegen der Winter um ½—1° wärmer, der Sommer um 3—4° kälter wäre, als der mittlere Winter und der mittlere Sommer.

Eine das ganze Jahr vorherrschende Heiterkeit hätte ein fast gleiches Jahresmittel der Temperatur, wie eine vorherrschende Bewölkung des Himmels zur Folge, das aber um etwa 1° kleiner wäre als das vieljährige Mittel.

***F. Neesen.* Abänderung des Absorptionshygrometers nach Rüdorff.** Annalen der Physik und Chemie. Neue Folge 1880, Bd. XI, Nr. 11, pag. 526 bis 529.

Verfasser hat dem Apparat von *Rüdorff*[1]) eine zweckmäßigere Form gegeben, welche im Folgenden näher beschrieben ist. A und A_1 (Fig. 1) sind zwei gewöhnliche Kochflaschen, an deren Hälse Schliffstücke angeschmolzen sind. In diese passen hinein die kurzen Glasröhren D und D_1 mit a) oben einem zweiten Schliffstück C und C_1, b) den seitlichen mit Hahn versehenen Röhren F und F_1. In die Schliffstücke C und C_1 passen die Glasröhrenfortsätze G und G_1 der Hahnbüretten B und B_1. G und G_1 ragen etwas aus dem Ende der Röhrenstücke D und D_1 heraus. Die beiden Apparate sind verbunden durch eine (etwa 4 mm im Durchmesser) Glasröhre H, die mit F und F_1 durch kurze Kautschukschläuche I und I_1 befestigt ist. In H befindet sich ein Index mit Oel, zweckmäßig nicht zu kurz, etwa 7—8 cm lang.

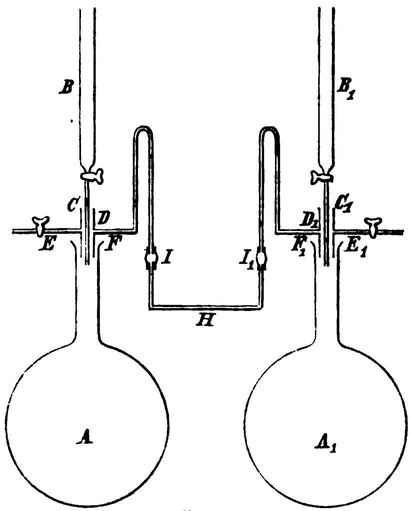


Fig. 1.

Vor dem Versuche werden zunächst A und A_1 durch Erwärmen und Hindurchblasen von Luft ausgetrocknet. Ebenso wird sorgfältig nachgesehen, ob sich in den einzusetzenden Glasstücken D, G u. s. w. Feuchtigkeit oder etwa von früheren Versuchen herrührend, Schwefelsäure befindet. Auch diese Stücke werden gereinigt.

Die Luft, welche auf ihren Feuchtigkeitsgehalt zu untersuchen ist, wird in A oder A_1 hineingeblasen und darauf das Glasstück D sowie die Bürette B eingesetzt; ebenso D_1 und B_1. Die Hähne C und C_1 werden nun geschlossen, dann wird gewartet, ob der Oelindex in H ungeändert bleibt, eventuell kann man durch C und C_1 neue Luft zulassen. Man füllt jetzt zunächst die eine Bürette B mit concentrirter Schwefelsäure und läßt soviel von derselben herausfließen, bis der Index die frühere Stelle wieder eingenommen hat. Die Bewegung des Oeltropfens ist folgende: im ersten Momente bewegt er sich nach A_1 hin, dann wird der Wasserdampf absorbirt von der einfließenden Schwefelsäure, der Index bewegt sich rasch nach A; bei stärkerem Einfließen der Schwefelsäure bleibt er etwas stehen, und die Stellung des Hahnes an B wird nun so regulirt, daß der Index stets ziemlich an der alten Stelle bleibt. Nach etwa zwei Minuten war die Hauptmenge des Dampfes in dem Apparate absorbirt. Der letztere bleibt bei geschlossenem Hahne an B sich selbst überlassen; es wird nachträglich noch etwas Dampf absorbirt und in Folge dessen der Index sich langsam nach B bewegen. Von Zeit zu Zeit wird wieder Schwefelsäure eingelassen, bis schließlich nach 10 bis 15 Minuten der constante Stand des Index zeigt, daß aller Dampf absorbirt ist. Nun wird Schwefelsäure in B_1 eingefüllt und sofort ein zweiter Controlversuch mit dem Apparat A_1 u. s. w. vorgenommen.

---

[1]) Vergl. diese Zeitschrift Bd. III. Heft 3. p. 320—322.

Die Vorzüge dieses Apparates gegenüber dem *Rüdorff*'schen bestehen nach des Verfassers Meinung in Folgendem: 1. ist man von den Temperaturschwankungen unabhängig, da solche die Luft in beiden Kolben treffen, ihre Wirkung auf den Index sich also aufheben muß; 2. ist der ganze Apparat sehr bequem zu reinigen; 3. ist die Genauigkeit der Ablesung durch horizontale Verschiebung des Index gewiß genauer wie bei dem von *Rüdorff* angewendeten Manometer; 4. hat man sofort einen Controlversuch. *E. W.*

***K. V. Riecke.* Die Hagelschläge und Hagelbeschädigungen in Württemberg** während der fünfzig Jahre 1828—77. Württ. Jahrb. 1877. Stuttgart 1878 und Zeitschrift der österr. Ges. f. Meteorologie. 1880. Bd. XV. S. 382 u. 383.

Diese nicht blos für Württemberg werthvolle statistische Arbeit stützt sich auf die Abschätzungen, welche alljährlich in den durch Hagel beschädigten Gemeinden aus Anlaß der deshalb eingebrachten Gesuche um Steuernachlaß stattfinden müssen. Wenngleich in seltenen Fällen solche Gesuche nicht eingereicht werden mögen, ist doch das auf diesem Wege erhaltene Material zur Untersuchung der Vertheilung und Intensität der Hagelfälle ein viel vollständigeres und verläßlicheres, als es die meteorologischen Stationen bieten könnten.

Innerhalb der genannten Periode von 50 Jahren gab es in Württemberg in Summa 672 Hageltage, welche sich in folgender Weise procentisch auf die Monate vertheilen:

Jährliche Vertheilung der Hagelbeschädigungen.

Dec.	Jan.	Febr.	März	April	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Okt.	Nov.
0,0	0,0	0,3	0,0	0,4	12,8	30,3	34,9	18,2	3,1	0,0	0,0

In Bezug auf diese Verhältnisse muß allerdings die Art des Materials von größerem Einfluß sein, da in den Spätherbst-, Winter- und ersten Frühlingsmonaten die Hagelwetter wenig Schaden anrichten. Im Jahre 1865 entlud sich am 6. Januar im Osten und Nordosten des Landes ein heftiges Gewitter mit Hagelschlag und zündenden Blitzschlägen. Auch die Chroniken haben manche Nachrichten von sehr frühen und sehr späten Hagelschlägen aufbewahrt, so daß kein Monat in Wirklichkeit vom Hagel frei ist.

Die Hagelhäufigkeit und die geographische Verbreitung der Hagelwetter geht, wie der Verfasser specieller nachweist, in den einzelnen Jahren durchaus nicht parallel, blos das Jahr 1870 hatte sowohl sehr häufige, als auch sehr verbreitete Hagelwetter.

Der durch Hagelfall in Württemberg jährlich verursachte Schaden kann im Durchschnitt auf $2^1/_2$ Millionen Mark veranschlagt werden.

Der Verfasser meint durch folgende Zahlen beweisen zu können, daß die Intensität der Gewitter zugenommen habe. Die Procentantheile jedes Jahres am Gesammtschaden vertheilen sich folgendermaßen über die 50jährige Periode:

1828—32	33—37	38—42	43—47	48—52	53—57	58—62	63—67	68—72	73—77
12,3	5,8	8,7	10,2	8,3	11,6	7,5	10,0	13,8	11,7

Auf die erste 25jährige Periode entfallen 45,3 oder jährlich 1,8 %, auf die zweite hingegen 54,7 oder jährlich 2,2 %, eine merkliche Steigerung. Der Verfasser ist der Ansicht, daß die Erhöhung der Grundsteuer diese Zunahme nicht ganz zu erklären im Stande ist, daß vielmehr in der That die einzelnen Gewitter verderblicher geworden sind.

Daß die Waldausrodungen häufigere Hagelfälle zur Folge hätten, läßt sich nach den gemachten Wahrnehmungen nicht behaupten.

G. Cantoni. **Ueber Agrarmeteorologie.** Meteorologia Italiana. Anno 1878. Fasc. I—V. Roma 1878—1879.

G. Cantoni. **Meteorologische Beobachtungen zu Zwecken der Agrarmeteorologie.** Ibid.

Ch. Flahault. **Nouvelles observations sur les modifications des végétaux suivant les conditions physiques du milieu.** Ann. des sc. nat. Bot. Série VI. T. IX. p. 159—207.

J. Coaz. **Das Blatt und seine Entfärbung.** Mittheilungen der naturh. Gesellschaft in Bern. Bern 1880. Nr. 962—978. p. 11—21.

B. Borggreve. **Die neuesten forstlichen Acclimatisationsbestrebungen und der letzte Winterfrost.** Forstliche Blätter 1880. September. p. 265—271.

Eßlinger. **Weitere Mittheilungen über die Wirkungen der Winterfröste. 1879/80.** Forstwissenschaftl. Centralblatt 1880. Heft 9 u. 10. p. 548.

H. Hoffmann. **Phänologische Beobachtungen in Gießen.** Ber. der Oberhess. Gesellschaft für Natur- und Heilkunde. XIX. 1880. p. 114—117.

H. Hoffmann. **Ueber thermische Constanten der Vegetation.** Ibid. p. 170.

C. M. Guldberg und H. Mohn. **Etudes sur les mouvements de l'atmosphère.** Partie II. Kristiania 1880.

M. Rykatschew. **Die tägliche Schwankung des Barometers.** Repertorium für Meteorologie. T. VI. Nr. 10. S. 1—194.

J. Hann. **Zur Morphologie der Gewitterwolken.** Zeitschrift der österr. Gesellschaft für Meteorologie. 1880. Bd. XV. p. 434—439.

D. Colladon. **Contributions á l'etude de la grêle.** Arch. des sc. de la Bibl. univers. de Genève. 1879. Juillet.

E. Mascart. **Täglicher Gang der atmosphärischen Electricität.** Comptes rendus. T. XCI. p. 158.

G. Karsten. **Gemeinfassliche Bemerkungen über die Electricität des Gewitters und die Wirkung des Blitzableiters.** Kiel 1880. 3. Aufl.

G. Hellmann. **Organisation des meteorologischen Dienstes in den Hauptstaaten Europa's.** Thl. II. Berlin 1880.

Die Klee- und Flachsseide

(Cuscuta epithymum und C. epilinum).

Untersuchungen

über deren

Entwicklung, Verbreitung und Vertilgung

von

Dr. Ludwig Koch,

Docenten der Botanik an der Universität Heidelberg.

Mit 8 lithogr. Tafeln.

Lex. 8⁰. eleg. brosch. 10 M.

„Der vorstehenden, durch Gründlichkeit und Reichthum des Inhaltes sich in jeder Beziehung auszeichnenden Arbeit kann man nur das größte Lob zollen, denn selten begegnen wir in der Literatur einer so eingehenden und vielseitigen Behandlung eines für Wissenschaft und Praxis gleicherweise interessanten Gegenstandes. Verfasser geht von der Entwicklung der Seidepflanzen aus und schildert an der Hand zahlreicher eigener und fremder Untersuchungen die Keimung und die Ansaugung des Parasiten an die Nährpflanze, die Entstehung, Beschaffenheit und das Verhalten der Saugorgane (Haustorien), die Anatomie und Entwicklung des Stammes und der Wurzel, die Blüthen- und Fruchtbildung, sowie den Bau des Samens der Schmarotzerpflanze. In einem zweiten Abschnitt wird das Auftreten des Parasiten in den Kulturen und dessen Ursachen besprochen, indem Verfasser zunächst die Verbreitung der Seide in den Klee-, Flachs- und Lupinenfeldern und die Mittel, welche den Schmarotzerpflanzen hierbei zu Gebote stehen, darlegt. Ein besonderes praktisches Interesse bieten die angefügten Tabellen über die Verunreinigung des Saatgutes durch Seidesamen.

Eine ausführliche Beschreibung der Mittel zur Vertilgung und Verhütung des Auftretens der Seide und eine kritische Untersuchung über die Zweckmäßigkeit der in Vorschlag gebrachten Vertilgungsmethoden, sowie der gegen die Ueberhandnahme des schädlichen Unkrautes erlassenen und empfohlenen Verordnungen bilden den Inhalt der letzten Kapitel.

Das Buch enthält so viel des Nützlichen und Belehrenden, daß es in den praktischen wie wissenschaftlichen Kreisen der Landwirthe die weiteste Verbreitung verdient.“ *E. Wollny.* **(Zeitschrift des landw. Vereins in Bayern.)**

C. F. Winter'sche Buchdruckerei.

I. Physik des Bodens.

Mittheilungen aus dem agrikulturphysikalischen Laboratorium und Versuchsfelde der technischen Hochschule in München.

XI. Untersuchungen über den Einfluß des Wassers auf die Bodentemperatur.

Von Professor Dr. E. **Wollny** in München.

In Folge wissenschaftlicher Untersuchungen und in der landwirthschaftlichen Praxis gemachter Beobachtungen ist man zu der Ansicht gelangt, daß der Boden, wenn er mit Wasser gesättigt ist, durchschnittlich kälter sei, als im feuchten und trockenen Zustande, und sucht den ungünstigen Einfluß der Bodennässe auf die Vegetation der Kulturpflanzen mit auf die durch ein Uebermaß der Feuchtigkeit bewirkte niedrige Temperatur des Bodens zurückzuführen. Von bekannten Thatsachen ausgehend, argumentirte man[1]), daß die nasse Ackererde wegen der großen specifischen Wärme des Wassers und wegen des durch die Verdunstung eintretenden Wärmeverbrauchs sich langsamer erwärme, als die trockene und feuchte, weil diese eine höhere spezifische Wärme als das Wasser besäßen und an ihrer Oberfläche die Wasserverdunstung geringer sei.

Hauptsächlich werden zur Begründung jener Ansicht die Versuche von *Schübler*[2]) herangezogen, deren Resultate aus folgenden Zahlen ersichtlich sind.

---

[1]) *A. Mayer*, Lehrbuch der Agrikulturchemie. Heidelberg. 1871. Bd. II. S. 119.

[2]) *Schübler*, Grundsätze der Agrikulturchemie. 1880. Bd. II.

	Temperatur des Bodens an der Oberfläche		
	Feucht. °C.	Trocken. °C.	Differenz. °C.
Graugelber Quarzsand	37,25	44,75	7,50
Weißgrauer Quarzsand	37,38	44,50	7,12
Hellgrauer Gips	36,25	43,62	7,37
Gelber magerer Thon	36,75	44,12	7,37
Fetter Thon	37,25	44,50	7,25
Graugelber Quarzboden	37,38	44,62	7,24
Weiße feine Kalkerde	35,65	43,00	7,35
Schwarzbrauner Humus	39,75	47,37	7,62
Gartenerde	37,50	45,25	7,75
Bläulicher Thon	37,50	45,00	7,50
Ackererde von Hofwyl	36,88	44,25	7,37
Ackererde vom Jura	36,50	43,75	7,25

Danach würde der Boden im feuchten Zustande kälter sein, als im trockenen. Zu ähnlichen Resultaten gelangten *H. Madden* und *J. Parkes*[1]) in ihren Untersuchungen über die Temperaturverhältnisse des nassen und drainirten Bodens.

Dem entgegengesetzt wollen *Tietschert*, *v. Littrow* und *Haberlandt* gefunden haben, daß in der wärmeren Jahreszeit der nasse Boden wärmer sei als der trockene.

Bei *C. Tietschert*'s Versuchen[2]) waren die Bodenparcellen von verschiedenem Wassergehalt mit Pflanzen bestanden, welche auf dem mit Wasser vollständig imprägnirten Boden sich erheblich weniger kräftig entwickelten, als auf dem durchlassenden. Nun haben mehrjährige Versuche des Referenten[3]) gezeigt, daß die Temperatur des Bodens um so höher, je geringer die von den Pflanzen herrührende Beschattung ist: daher können die Ergebnisse der auf mehr oder minder beschattetem Boden ausgeführten Versuche *Tietschert*'s nicht als maßgebend angesehen werden.

[1]) *Leclerc*, Drainage ou essai théorique et pratique sur l'assainissement des terrains humides. 3. éd. Paris. Goin.

[2]) *C. Tietschert*, Keimungsversuche mit Roggen und Raps bei verschieden tiefer Unterbringung. Halle. 1872. S. 53—55 und 95—99.

[3]) *Wollny*, Der Einfluß der Pflanzendecke und Beschattung auf die physikalischen Eigenschaften und die Fruchtbarkeit des Bodens. Berlin. 1877.

A. v. Littrow[1]) bemühte sich, durch Versuche das relative Wärmeleitungsvermögen verschiedener Bodenarten und den betreffenden Einfluß des Wassers festzustellen. Er benutzt dazu einen Apparat, dessen Beschreibung hier kurz wiedergegeben werden mag. Derselbe bestand aus einem vertikal stehenden Kautschukcylinder, in welchem oben ein Kupferkasten als Wärmequelle hinein gepaßt und der, um den Einfluß der Lufttemperatur abzuhalten, mit schlechten Wärmeleitern (Filz und Holz) seitlich und unten bedeckt ist. Von 6 zu 6 cm waren in die Seitenwand Löcher gebohrt, und durch diese vier rechtwinklig gebogene Thermometer mit ihrer Kugel bis in die Mitte des Cylinders eingesenkt. Der Kupferkasten wurde bei den Versuchen mit warmem Wasser gefüllt, dessen Temperatur durch Zu- und Abflußvorrichtungen derart regulirt wurde, daß die Wärmequelle sich möglichst constant auf ca. 40° R. über der für das Ende des Versuchs erwarteten Temperatur der Luft erhielt. Bei Ausführung der Versuche wurde der Cylinder mit der zu untersuchenden Bodenart gefüllt (im trockenen oder mit Wasser gesättigten Zustande) und die Temperaturzunahme von der Wärmequelle nach unten alle 10 Minuten notirt. Aus den Zahlen, welche die Thermometerbeobachtungen ergaben, leitet der Verfasser folgende Sätze ab:

«Aecker, auf welchen Wasser steht — mögen sie immerhin durch die Wärme, die dessen Verdunsten bindet, eine Abkühlung erfahren — werden sich doch durch Insolation viel mehr und weiter nach abwärts erwärmen, als trocken liegende, sie sind also bei warmem Wetter wärmer als die letzteren».

«Wirklich kalt der Nässe wegen ist ein Boden bloß im ersten Frühjahr, wo die ihm zukommende Wärme nicht genügt, um neben der Verdunstung des Wassers noch eine bedeutende Erwärmung des Bodens zu erzielen. Hat aber eine solch feucht liegende Ackererde überhaupt die Temperatur und den Trockenheitsgrad erlangt, daß erhaltene Wärme zur Erhöhung ihrer Temperatur verwendet wird, so ist sie nach kurzer Zeit wärmer als ein Boden, der trocken liegt».

F. Haberlandt[2]) gelangte in Folge verschiedener Untersuchungen

[1]) *A. v. Littrow,* Ueber die relative Wärmeleitungsfähigkeit verschiedener Bodenarten und den betreffenden Einfluß des Wassers. Sitzungsber. d. k. Akademie der Wissenschaften in Wien. LXXI. Band. II. Abthlg. 1875. Januarheft.

[2]) *F. Haberlandt,* Ueber die Wärmeleitung im Boden. Wissenschaftlich-praktische Untersuchungen auf dem Gebiete des Pflanzenbaues. Wien. 1875. Bd. I. S. 33—63.

vermittelst eines dem *Littrow*'schen im Princip ähnlich construirten Apparates zu gleichen Resultaten, welche er in folgenden Worten zusammenfaßt:

«Daher werden sich auch im Großen und Ganzen trockne Böden auf größere Tiefe langsamer erwärmen, als feuchte und wenn letztere ganz allgemein als kühlere, nasse Böden als kalte gelten, so wird man die Ursache hiervon nicht in verminderter Wärmeleitungsfähigkeit derselben (die in Wirklichkeit größer ist, als bei trocknen), vielmehr in der Abkühlung suchen, welche durch die Verdunstung hervorgerufen wird».

Offenbar mußte hier, sollte nicht zwischen den Vordersätzen und der Schlußbemerkung dieser citirten Stelle ein unlösbarer Widerspruch sich befinden, der Gedankengang zu Grunde liegen, daß durch die constatirte bessere Wärmeleitung des feuchten Bodens jedenfalls ein Mehr von Wärme in größere Tiefe hinabgelange, als an der Oberfläche bei etwaiger Verdunstung verloren gehe.

Die Schlußfolgerungen beider Forscher lassen sich jedoch bei näherer Prüfung nicht als berechtigt anerkennen. Wäre die Temperatur des Bodens nur abhängig von dessen Wärmeleitungsfähigkeit, so würde gegen die aufgestellten Sätze, abgesehen von den Mängeln der Untersuchungsmethoden[1]) allerdings Nichts einzuwenden sein. Wenn man aber berücksichtigt, daß die Bodenwärme noch von vielen anderen Faktoren beeinflußt wird, so wird man auch in der Annahme nicht fehlgehen, daß die Verfasser ihre Schlüsse aus unzureichenden Grundlagen gezogen haben. Leitet in der That der mit Wasser gesättigte Boden die Wärme besser als der zum Theil mit Luft erfüllte feuchte oder trockene, so bleibt doch immer die Frage offen, ob die übrigen Factoren, welche die Wärmeverhältnisse der Ackererde bedingen, nicht den Einfluß der Wärmeleitung aufheben oder übertreffen. Ferner ist in Betracht zu ziehen, daß bei wechselnder Erwärmung und Abkühlung eine Wasser-Circulation im Boden eintritt, welche ebenfalls nicht ohne Einfluß auf die Bodenwärme bleiben kann.

Aus solchen Erwägungen, wie den vorstehenden sah sich Referent

---

[1]) *E. Pott* hat diese Mängel in sehr eingehender Weise dargelegt in seinen „Untersuchungen, betreffend die Fortpflanzung der Wärme im Boden durch Leitung". Versuchsstationen. 1877. Bd. XX. S. 273—355.

veranlasst, durch einige Versuche der Frage des Einflusses des Wassers auf die Bodentemperatur unter natürlichen äußeren Verhältnissen näher zu treten. Es handelte sich dabei zunächst darum, die Wärmeunterschiede zwischen einem vollständig nassen und einem lufttrockenen, resp. feuchten Boden von sonst gleicher Beschaffenheit kennen zu lernen.

Bezüglich der Ausführung und der Ergebnisse dieser an einer anderen Stelle[1]) publicirten Untersuchungen mögen folgende Bemerkungen gestattet sein.

Um den Einfluß des Wassers auf die Bodentemperatur zu prüfen wurden 6 *Ebermayer*'sche Evaporations-Apparate[2]) aufgestellt und je 2 derselben mit einer und derselben Bodenart in der Weise gefüllt, daß von jeder zwei gleiche Gewichtsmengen in sanft eingeschütteltem Zustande in die betreffenden Apparate eingelassen wurden. Hierauf wurde bei jeder Bodenart, — es gelangten Lehm, Quarzsand und Torf zur Verwendung — ein Wasserreservoir mit Wasser gefüllt und der Apparat so lange stehen gelassen, bis die Erde in demselben kapillarisch bis zur Oberfläche gesättigt war. Die anderen 3 Apparate blieben trocken.

Sämmtliche Apparate wurden alsdann neben einander auf einen im Freien befindlichen Tisch gestellt und ringsum mit einem Holzrahmen umgeben, welcher von der Wand der Apparate ca. 15 cm entfernt blieb. Der dadurch gebildete Zwischenraum wurde mit Sägespähnen ausgefüllt. Hierauf wurden in $^1/_{10}$ Grade getheilte Thermometer (nach Celsius) in den Erdboden bis zu 10 cm Tiefe gesenkt; außerdem war in jedem Apparat ein Thermometer angebracht, dessen Kugel sich in der obersten Bodenschicht, von dieser noch vollständig bedeckt, befand.

Im Versuch I waren die Böden dem Regen ausgesetzt, wodurch der trockene Boden feucht wurde und sich auf der Oberfläche des nassen Bodens Wasser ansammelte, welches jedoch alsbald dadurch entfernt wurde, daß man den am Boden des Verdunstungsapparates angebrachten Hahn

[1]) *E. Wollny*, Untersuchungen über Temperatur und Verdunstung des Wassers in verschiedenen Bodenarten und den Einfluß des Wassers auf die Bodentemperatur. Landw. Jahrbücher von *Thiel* und *Nathusius*. 1876. Bd. V. S. 441—468.

[2]) *E. Ebermayer*, Die physikalischen Einwirkungen des Waldes auf Luft und Boden und seine klimatologische und hygienische Bedeutung. Aschaffenburg. 1873. Bd. I. S. 17.

öffnete und soviel Wasser aus demselben abließ, bis die Oberfläche des Bodens wieder freigelegt war.

Im Versuch II wurde durch Anbringung eines Zeltes über die Kästen bei eintretendem Regen der Zutritt des atmosphärischen Wassers gehindert, wodurch größere Unterschiede in dem Feuchtigkeitsgehalt des Bodens erzielt wurden.

Die folgenden Tabellen enthalten die täglichen Mittel und Schwankungen der Bodentemperatur[1]):

Versuch I (1875).

Datum.	Luft-temperatur.	Bodentemperatur.											
		Lehm.				Torf.				Sand.			
		Naß.		Feucht.		Naß.		Feucht.		Naß.		Feucht.	
		Oberfläche.	In 10 cm Tiefe.	Oberfläche.	In 10 cm Tiefe.	Oberfläche.	In 10 cm Tiefe.	Oberfläche.	In 10 cm Tiefe.	Oberfläche.	In 10 cm Tiefe.	Oberfläche.	In 10 cm Tiefe.
15. Juni	24,54	24,97	**23,23**	30,51	**25,61**	25,10	**23,16**	29,33	**23,34**	24,37	**23,57**	30,52	**27,15**
16. „	19,61	19,47	**19,56**	22,70	**21,24**	20,56	**20,75**	21,29	**21,17**	19,40	**19,61**	22,05	**21,11**
17. „	20,08	19,32	**19,65**	22,25	**21,66**	19,78	**20,58**	21,05	**21,22**	19,17	**19,29**	22,08	**20,98**
18. „	14,99	15,17	**15,70**	15,15	**15,87**	15,73	**16,90**	15,57	**16,34**	15,26	**15,68**	15,33	**15,32**
19. „	11,57	11,04	**11,82**	11,70	**11,75**	11,90	**12,47**	11,75	**12,27**	11,72	**11,89**	11,83	**11,72**
20. „	11,85	12,02	**12,32**	11,33	**12,12**	12,45	**12,32**	12,54	**12,30**	12,78	**12,87**	12,79	**12,72**
21. „	15,74	15,13	**14,25**	15,30	**14,51**	15,07	**13,13**	16,13	**14,27**	15,47	**15,04**	15,91	**15,20**
22. „	17,33	17,58	**17,29**	18,00	**17,31**	17,50	**17,02**	18,37	**17,60**	17,67	**17,55**	19,26	**18,85**
23[2]). „	15,31	15,52	**16,20**	15,32	**15,50**	15,93	**17,45**	15,94	**17,44**	15,30	**15,45**	15,42	**15,38**
Mittel:	16,69	16,50	**16,55**	17,66	**17,19**	16,83	**17,00**	17,43	**17,16**	16,55	**16,74**	18,02	**17,48**

	Temperaturschwankungen.											
15. Juni	13,9	17,5	26,9	21,6	13,5	14,1	17,1	19,4	14,3	18,6	27,6	26,1
16. „	9,6	7,2	19,6	11,1	12,7	5,0	15,7	7,5	9,6	8,4	18,8	14,1
17. „	11,7	8,8	25,1	14,1	13,1	7,9	16,7	9,5	13,2	10,7	24,0	17,2
18. „	7,0	4,2	8,2	5,2	7,6	3,0	8,0	3,7	7,9	5,9	9,0	7,6
19. „	2,2	1,7	4,0	2,4	3,0	4,3	3,3	2,6	3,3	2,6	3,9	3,0
20. „	9,1	5,1	11,6	5,9	8,9	3,8	11,2	5,5	11,7	8,3	13,6	8,5
21. „	17,5	12,2	19,8	13,2	15,7	9,4	15,8	10,5	16,8	15,3	16,4	15,2
22. „	15,1	11,5	19,5	14,4	15,8	9,0	9,6	11,3	16,9	14,8	23,0	18,1
23. „	5,6	3,5	7,2	3,3	5,5	3,2	7,8	4,0	5,7	3,0	8,0	8,4
Mittel:	10,19	**7,97**	15,77	**10,13**	10,59	**6,63**	11,69	**8,22**	11,04	**9,73**	16,03	**12,58**

[1]) Die Thermometer-Beobachtungen wurden Tag und Nacht stündlich angestellt. In der citirten Originalabhandlung sind die hierdurch gewonnenen Zahlen im Detail angegeben.

[2]) Die Beobachtungen wurden an diesem Tage nur bis 9 U. a. m. gemacht.

Datum.	Luft-temperatur.	Bodentemperatur.											
		Lehm.				Torf.				Sand.			
		Naß.		Trocken.		Naß.		Trocken.		Naß.		Trocken.	
		Oberfläche.	In 10 cm Tiefe.	Oberfläche.	In 10 cm Tiefe.	Oberfläche.	In 10 cm Tiefe.	Oberfläche.	In 10 cm Tiefe.	Oberfläche.	In 10 cm Tiefe.	Oberfläche.	In 10 cm Tiefe.
2. Juli	**20,52**	20,10	**20,70**	23,09	**22,84**	22,17	**21,58**	24,10	**22,61**	20,70	**20,59**	24,43	**23,29**
3. „	**19,00**	19,08	**19,20**	20,99	**20,31**	21,62	**20,81**	22,33	**20,87**	19,51	**19,47**	21,87	**20,85**
4. „	**19,58**	20,56	**20,50**	13,37	**22,25**	21,29	**20,80**	24,94	**21,64**	20,94	**20,83**	24,75	**22,56**
5. „	**20,16**	21,14	**21,08**	25,29	**22,87**	22,99	**21,98**	25,94	**22,61**	21,77	**21,33**	26,33	**23,49**
6. „	**20,28**	21,14	**21,02**	24,28	**23,35**	23,49	**22,71**	27,21	**23,88**	22,15	**21,91**	26,81	**24,57**
7. „	**21,25**	21,43	**21,40**	25,28	**23,71**	23,62	**22,81**	26,11	**23,13**	22,35	**21,85**	27,15	**24,64**
8. „	**20,40**	21,81	**21,97**	25,76	**24,31**	23,39	**23,27**	26,41	**23,61**	22,30	**22,10**	27,02	**24,71**
9. „	**16,66**	16,81	**17,28**	18,53	**18,51**	18,31	**19,99**	20,01	**19,36**	17,05	**17,44**	18,74	**18,98**
Mittel:	**19,73**	20,26	**20,39**	23,32	**22,27**	22,11	**21,74**	24,63	**22,24**	20,84	**20,69**	24,64	**22,89**

	Temperaturextreme.											
2. Juli	8,6	5,8	19,4	10,1	10,0	4,3	20,4	8,6	8,6	8,1	20,2	11,1
3. „	7,1	4,2	14,0	6,7	9,4	2,9	15,2	4,7	8,6	5,6	17,1	6,5
4. „	13,5	10,5	23,4	15,6	14,3	6,1	24,8	11,2	15,1	12,5	28,6	16,1
5. „	11,2	7,7	22,2	12,2	14,4	5,1	21,6	9,2	13,8	9,7	25,2	12,5
6. „	12,6	9,0	23,3	14,6	14,8	6,8	27,4	12,4	15,9	12,0	29,8	15,5
7. „	13,4	10,4	23,2	16,3	14,2	6,5	23,3	11,7	17,6	12,6	30,8	16,6
8. „	12,7	9,6	23,0	14,9	13,5	5,9	24,0	11,0	14,7	11,7	31,2	15,4
9. „	3,9	5,0	5,5	6,1	4,3	5,7	10,1	5,2	7,0	4,6	12,3	3,8
Mittel:	10,37	**7,77**	19,25	**12,06**	11,86	**5,41**	20,85	**9,25**	12,66	**9,60**	24,40	**12,19**

Die Temperaturdifferenzen des nassen und trockenen Bodens betrugen im Mittel zu Ungunsten des nassen Bodens:

	Lehm.	Torf.	Sand.
1. Versuchsreihe	0,64	0,16	0,74
2. »	1,88	0,50	2,20
Durchschnitt:	1,26	0,33	1,47.

Aus vorstehenden Zahlen, sowie aus den stündlichen Beobachtungen leitete Referent folgende Conclusionen ab:

1) Während der wärmeren Jahreszeit ist der Boden im nassen Zustande im Durchschnitt kälter als im trockenen und feuchten.

2) Zur Zeit des täglichen Maximums der Bodentemperatur ist der Unterschied in der ad I bezeichneten Weise zwischen dem nassen und trockenen Boden am größten. Zur Zeit des täglichen Temperatur-Minimums (in den ersten Morgen-

stunden) ist mehrentheils der nasse Boden wärmer als der trockene.

3) Die Temperaturschwankungen des Bodens sind im nassen Zustande desselben bedeutend geringer als im trockenen und feuchten.

Zu derselben Zeit, wo die hier in Kürze mitgetheilten Versuche veröffentlicht wurden, war auch *F. Haberlandt*, welchem inzwischen an der allgemeinen Giltigkeit seiner früher aufgestellten Behauptung Zweifel gekommen waren, mit Untersuchungen über vorliegende Frage beschäftigt. Auf die von dem genannten Forscher aus letzteren gezogenen Schlußfolgerungen[1]) an dieser Stelle näher einzugehen, scheint um so mehr geboten, als die ihnen zu Grunde liegenden Beobachtungen nicht ganz zuverlässig sind und kein vollständiges Bild von dem Einfluß des Wassers auf die Bodentemperatur liefern können, weil die in Anwendung gebrachte Versuchsmethode mit mehreren, zum Theil erheblichen Fehlern behaftet und nicht allen in der Natur vorkommenden Verhältnissen genügend Rechnung getragen war. Manche Unrichtigkeiten in der betreffenden Abhandlung sind ausserdem auf die irrthümliche Anschauung, daß der nasse mit dem feuchten Boden bezüglich der Wärmeverhältnisse identisch sei, zurückzuführen.

In den Versuchen *F. Haberlandt*'s wurden die Erdproben (Gartenerde, Sand und Moorerde) theils im trockenen, theils im angefeuchteten Zustande in 80 cm lange und 8 cm weite Glascylinder eingefüllt und in jeden Cylinder 2 Thermometer, das eine 75 das andere 25 cm tief eingesenkt. Die auf diese Weise beschickten Apparate wurden in einer, einen Kubikmeter messenden und in die Erde gegrabenen Kiste aus starken Brettern in gleichmässigen Abständen neben einander aufgestellt, worauf die Zwischenräume dicht mit Werg ausgestopft wurden. Oberseits wurde zwischen den Cylindern noch eine Lage Strohhäcksel geschichtet und bis zur gleichen Höhe mit dem Cylinderrande trockene Erde aufgefüllt. Auch den Zwischenraum zwischen der Gruben- und der äußeren Kistenwand füllte man in derselben Weise bis zur Höhe des angrenzenden Bodens aus. Ueber der Kiste wurde eine, 1 m hohe, ringsum offene Hütte mit allerseits vorspringendem Dach aufgesetzt, von welchem aus, zur Abhaltung

---

[1]) *F. Haberlandt*, Ueber die Wärmeleitung im trockenen und feuchten Boden. Wissenschaftlich-praktische Untersuchungen auf dem Gebiete des Pflanzenbaues. Wien. 1877. Bd. II. S. 1—25.

des etwa einfallenden Regens und der Sonnenstrahlen, nach allen Seiten Vorhänge schräg ausgespannt werden konnten. Die Oberfläche der Bodenproben befand sich daher stets im Schatten. Damit der Wassergehalt der befeuchteten Erdproben während der Versuchszeit keine Aenderung erfahre, wurde durch Aufgießen von Wasser das verdunstete Wasser ersetzt, dessen Menge durch den Gewichtsverlust, welchen neben den Cylindern aufgestellte und mit feuchtem Versuchsboden gefüllte Glasgefäße erlitten, bestimmt wurde.

Bei näherer Prüfung der Versuchsanordnung ergiebt sich, daß Ursachen existirten, welche den Einfluß des Wassers auf die Bodentemperatur nicht zur vollen Geltung kommen ließen. In dieser Beziehung ist zunächst hervorzuheben, daß durch das Umgeben der Versuchsmaterialien mit einem so schlecht leitenden Körper von hoher Wärmekapacität, wie das Werg, die Beobachtungen insofern getrübt werden mußten, als zweifellos der Wärmezustand des Wergs auf den des Beobachtungsmateriales nicht ohne Wirkung bleiben konnte, zumal der Querschnitt der Glascylinder außerordentlich klein und demgemäß die vom Wärmeisolator berührte Fläche im Vergleich zu dem eingeschlossenen Bodenvolumen unverhältnißmäßig groß war. Ebenso mußten in den Versuchen *Haberlandt's* die Temperaturunterschiede zwischen dem feuchten und dem trockenen Boden wegen mangelnder Insolation niedriger ausfallen, als unter natürlichen Verhältnissen[1]), ganz abgesehen davon, daß letzteren die öfter und zum Theil regelmäßig wiederkehrende Anfeuchtung gleichfalls nicht vollständig entsprach.

Wird nach dem Vorstehenden den von *F. Haberlandt* erhaltenen Beobachtungsresultaten auch nicht die volle Beweiskraft zugesprochen werden können, so dürften sie doch insofern ein Interesse beanspruchen, als sie, trotzdem die Wirkung des Wassers durch mannigfache, nicht genügend berücksichtigte Nebenumstände herabgedrückt werden mußte, immerhin die Abhängigkeit der Temperatur des Bodens von dem in ihm enthaltenen Wasser erkennen lassen.

---

[1]) Allerdings beabsichtigte *F. Haberlandt*, den Einfluß des Wassers nur auf die Wärmeleitung im Boden, nicht auf die Temperatur desselben unter natürlichen Verhältnissen zu ermitteln. Indessen war dies mittelst der beschriebenen Versuchsmethode zu erreichen unmöglich, da der Boden außer von oben von der Seite her erwärmt wurde und überdies die durch Verdunsten des Wassers im feuchten Boden latent werdende Wärme einen beträchtlichen Einfluß mit ausüben mußte.

Die monatlichen Mittel aus den täglichen dreimaligen Beobachtungen sind in nachfolgender Tabelle zusammengestellt:

Monat.	Lufttemperatur.	In 25 cm Tiefe.						In 75 cm Tiefe.					
		Sand		Ackererde		Moor		Sand		Ackererde		Moor	
		trocken.	feucht.	trocken.	feucht.	trocken.	feucht.	trocken.	feucht.	trocken.	feucht.	trocken.	feucht.
März 1876	6,270	5,307	5,827	5,922	5,730	6,044	5,733	5,119	5,408	5,254	5,228	5,182	5,071
April „	13,481	12,365	12,075	12,908	12,055	13,071	12,162	9,767	9,799	9,818	9,580	9,615	9,456
Mai „	12,938	11,955	11,433	12,206	11,313	12,316	11,348	11,208	10,985	11,190	10,832	11,113	10,746
Juni „	20,826	19,366	17,999	19,293	17,967	19,260	18,131	15,946	15,506	15,908	15,423	15,709	15,352
Juli „	22,150	20,554	19,054	20,386	19,105	20,551	19,128	17,776	17,341	17,755	17,279	17,577	17,278
Mittel:	15,133	13,909	13,277	14,143	13,234	14,248	13,300	11,963	11,808	11,985	11,668	11,839	11,580

Hiernach berechnen sich die Temperaturdifferenzen zwischen den trockenen und feuchten Bodenproben, wie folgt:

	Temperaturdifferenzen zwischen feuchtem und trockenem Boden					
	in 25 cm Tiefe.			in 75 cm Tiefe.		
	Sand (feucht).	Ackererde (feucht).	Moorerde (feucht.)	Sand (feucht).	Ackererde (feucht).	Moorerde (feucht).
März	+ 0,520	— 0,192	— 0,311	+ 0,289	— 0,026	— 0,111
April	— 0,290	— 0,853	— 0,909	+ 0,032	— 0,238	— 0,159
Mai	— 0,522	— 0,893	— 0,968	— 0,223	— 0,358	— 0,367
Juni	— 1,367	— 1,326	— 1,029	— 0,440	— 0,485	— 0,357
Juli	— 1,500	— 1,281	— 1,426	— 0,435	— 0,476	— 0,299
Im Mittel aller 5 Monate:	— 0,632	— 0,909	— 0,948	— 0,155	— 0,317	— 0,259

In diesen Zahlen, welche darthun, daß in den wärmeren Monaten der feuchtere Boden auch stets der kältere ist, findet *F. Haberlandt* eine Uebereinstimmung mit den oben angeführten Angaben des Referenten. Ein solcher Vergleich der beiderseitigen Beobachtungsresultate ist indessen nicht statthaft, weil der Boden im nassen Zustande (Referent) sich zum Theil in ganz anderer Weise erwärmt, als im feuchten *(Haberlandt)*. Der feuchte Boden trocknet nämlich bei höherer Lufttemperatur, stärkeren Luftströmungen und ungehinderter Bestrahlung mehr oder weniger schnell ab, wodurch wie mehrere Untersuchungen[1]) des Referenten gezeigt haben, die weitere Verdunstung des Wassers, und der damit verknüpfte Wärmeverbrauch herabgedrückt werden, während der an stagnirender Nässe leidende Boden fast das ganze Jahr bis zur Oberfläche mit Wasser erfüllt

[1]) *E. Wollny*, Untersuchungen über den Einfluß der oberflächlichen Abtrocknung des Bodens auf dessen Temperatur- und Feuchtigkeitsverhältnisse. Diese Zeitschrift. Band III. 1880. S. 325—348.

ist und deshalb in seinen Temperaturverhältnissen in viel höherem Grade, als der feuchte Boden, von der Verdunstungskälte beherrscht wird. Dazu kommt, wie noch weiter unten nachgewiesen werden soll, daß mit der Verminderung des Wassergehaltes und mit der oberflächlichen Abtrocknung die Wärmekapacität und die Wärmeleitung eine wesentliche Modifikation erleiden.

Da aus den bisherigen Untersuchungen keine klare Vorstellung von der Wirkung des Wassers auf die thermischen Verhältnisse der Ackererde gewonnen werden konnte, so hielt es Referent für angemessen, seine Untersuchungen nach Maßgabe der bis dahin gewonnenen Resultate zu ergänzen, eine Aufgabe; welche sich um so leichter lösen ließ, als inzwischen über die Wärmekapacität und Wärmeleitung mehrere sehr ausführliche Abhandlungen erschienen waren, in welchen auf die Bodenfeuchtigkeit Rücksicht genommen war.

Ausführung der Versuche.

Die Beobachtungen dieser neuen Reihe von Versuchen wurden im Allgemeinen nach demselben Verfahren ausgeführt, wie es oben bei Besprechung der früheren Versuche beschrieben wurde, nur mit dem Unterschiede, daß die mit den Böden gefüllten Apparate, statt mit Sägespähnen, einfach mit einer dicht anschließenden Bretterwand seitlich umgeben wurden.

In Versuchsreihe I, Versuch I, wurden statt der *Ebermayer*'schen Evaporationsapparate Zinkkästen ähnlicher Construction, aber von größeren Dimensionen angewendet. Die Grundfläche derselben, von Quadratform, maß 2500 □cm, die Tiefe betrug bis zum Grundwasserspiegel 35 cm.

Die Versuche wurden mit sechs verschiedenen Erdarten ausgeführt: 1) Lehm, Ziegellehm von Berg am Laim (bei München) von dunkelgelber Farbe, 2) reiner Kalksand von weißgrauer Farbe, aus der Isar stammend, 3) humoser Kalksand, die gewöhnliche Ackererde des Versuchsfeldes, von dunkler Farbe, mit Kalksteinchen bis zur Erbsengröße vermischt, 4) Quarzsand I aus Nürnberg, gelblich gefärbt, neben Quarzkörnern noch verschiedene andere Mineraltrümmer enthaltend, 5) Quarzsand II, ebenfalls aus Nürnberg, von Farbe weiß, ausschließlich aus Quarzkörnern von Staubform bis Rapskorngröße gebildet, 6) Torf, von Schleißheim bei München, mit ca. 25 % Asche, in Form eines gröberen Pulvers.

Die benutzten Böden zeigten nach der mechanischen Analyse folgende Zusammensetzung:

	Maschenweite der Siebe mm.	Lehm %	Reiner Kalksand. %	Humoser Kalksand. %	Quarzsand I.	Maschenweite der Siebe mm	Quarzsand II.
I. Grobkies	6,75	1,055	0,458	9,305	—	5,00	—
II. Mittelkies	4,00	0,141	0,099	5,716	—	2,50	0,15
III. Feinkies	2,50	0,297	0,232	4,344	7,26	1,00	6,45
IV. Grobsand	0,74	1,906	1,103	11,175	32,17	0,50	40,40
V. Mittelsand	0,30	4,133	10,385	12,232	3,55	0,25	42,15
VI. Feinsand	—	58,705	80,519	32,562	54,64	—	9,74
VII. Abschlämmbare Theile	—	33,763	7,204	24,666	2,38	—	1,11

Die Temperaturbeobachtungen wurden in jeder Versuchsreihe zweistündlich Tag und Nacht angestellt. Bei eintretendem Regen wurde durch Anbringung eines Zeltes über den Kästen das atmosphärische Wasser abgehalten. Die Zeit, während welcher dies geschah, ist in den folgenden Tabellen angegeben, mit Hinzufügung des Wortes «bedeckt».

Bei den Witterungsangaben bedeuten die Abkürzungen:

Mg.: Morgens.
Fr.: Früh.
Vorm.: Vormittags.
M.: Mittags.
Nachm.: Nachmittags.
Ab.: Abends.
N.: Nachts.
Mn.: Mitternacht.
Kl.: Klar.
Bew.: Bewölkt.
Th. bew.: Theilweise bewölkt.
Ab. bew.: Abwechselnd bewölkt.
Nb.: Neblig.
Schw. R.: Schwacher Regen.
St. R.: Starker Regen.
G-R.: Gewitterregen.
G.: Gewitter ohne Regen.
S.: Schnee.
H.: Hagel.
Rf.: Reif.
Ver.: Veränderlich (abwechselnd klar, bewölkt und windig).
R.: Ruhig.
Schw. W: Schwacher Wind.
Mst. W.: Mittelstarker Wind.
St. W.: Starker Wind.
St.: Sturm.

Die Lufttemperatur wurde an einem Thermometer gemessen, welches im Schatten, dicht bei den Apparaten aufgestellt war, und dessen Kugel sich 1 m über der Erdoberfläche befand.

Versuchsreihe I.

Einfluß des Wassers auf die Bodentemperatur während des Sommers.

A. Temperatur des nassen und trockenen Bodens.

Versuch I (1876).

Dieser Versuch, welcher vor Veröffentlichung der Untersuchungen *F. Haberlandt*'s ausgeführt wurde, bildet gewissermaßen die Fortsetzung der im Jahre 1875 angestellten Beobachtungen und hatte hauptsächlich den Zweck, festzustellen, ob die durch letztere erhaltenen Resultate auch für größere Tiefen Giltigkeit haben. Die Temperatur wurde deßhalb statt in

10 in 22 cm Tiefe festgestellt und zwar mittelst der vom Referenten construirten Bodenthermometer [1]).

Die Ergebnisse der Beobachtungen sind in folgenden Tabellen niedergelegt:

Zeit.	3. Juni. Lufttemperatur	Humoser Kalksand		Quarzsand I		4. Juni. Lufttemperatur	Humoser Kalksand		Quarzsand I	
		naß.	trocken.	naß.	trocken.		naß.	trocken.	naß.	trocken.
12 Uhr	9,6	14,9	17,0	15,0	15,5	14,0	17,1	20,3	17,7	20,4
2 „	10,0	14,7	16,9	14,5	15,3	12,4	16,7	20,0	16,6	19,6
4 „	7,6	14,4	16,7	13,8	14,7	12,6	16,5	19,7	16,3	19,1
6 „	16,0	14,1	16,3	13,3	14,3	15,8	16,2	19,2	15,7	18,5
8 „	19,8	13,7	15,8	13,0	13,7	20,6	16,0	18,8	15,5	18,0
10 „	23,0	13,7	15,5	13,7	15,3	22,6	15,9	18,3	15,9	17,5
12 „	25,4	13,9	15,4	14,1	14,9	24,7	16,1	18,2	16,8	17,6
2 „	25,4	14,7	15,9	15,4	16,4	25,4	16,5	18,6	17,9	18,4
4 „	24,8	15,5	16,8	16,9	17,8	25,0	16,9	18,9	18,6	19,2
6 „	22,6	16,3	18,1	18,6	18,6	22,6	18,0	19,5	20,1	20,2
8 „	19,4	16,7	19,0	18,6	19,6	18,4	18,0	20,0	19,2	20,8
10 „	16,1	17,1	20,0	18,1	20,3	16,6	18,1	20,4	18,9	21,4
Mittel:	18,30	**14,97**	**16,95**	**15,42**	**16,37**	18,89	**16,83**	**19,32**	**17,43**	**19,22**
Schwankungen:	17,8	3,4	4,6	5,6	6,6	13,0	2,2	2,2	4,6	3,9

3. Juni. Witterung:

Von Mn. bis Ab. 6 U. 45 M. kl. von Nachm. 2 U. ab außerdem st. W. Von Ab. ab bew. Um 8 U. 45 M. R. dann ver. Von 8—9 U. 30 M. bedeckt.

4. Juni. Witterung:

Von Mn. bis Nachm. 1 U. ver. u. bew. dann kl. Von 3 U. ab bis Mn. ver.

Zeit.	5. Juni. Lufttemperatur	Humoser Kalksand naß	Humoser Kalksand trocken	Quarzsand I naß	Quarzsand I trocken	6. Juni. Lufttemperatur	Humoser Kalksand naß	Humoser Kalksand trocken	Quarzsand I naß	Quarzsand I trocken
12 Uhr	15,3	17,9	20,5	18,2	21,0	15,2	19,5	22,7	19,6	23,4
2 „	14,6	17,6	20,6	17,7	20,7	14,6	19,4	22,7	19,1	22,8
4 „	12,4	17,2	20,1	17,2	20,2	12,6	18,6	22,2	18,2	21,7
6 „	13,6	17,0	19,7	16,8	19,6	22,6	18,2	21,5	17,5	21,0
8 „	19,8	16,7	19,3	16,3	18,9	24,0	17,8	21,0	17,2	20,1
10 „	22,2	16,8	18,9	16,5	18,8	26,8	17,8	20,4	17,7	19,7
12 „	24,6	17,0	18,7	17,4	18,8	29,4	18,4	20,4	19,0	19,9
2 „	26,9	17,2	19,2	18,7	19,7	30,6	19,2	20,6	20,8	21,0
4 „	27,6	18,8	20,1	20,1	20,9	31,1	20,1	21,6	21,7	22,4
6 „	25,3	19,3	20,9	20,8	22,2	27,6	20,8	22,5	22,4	23,8
8 „	22,5	19,6	21,8	21,0	23,2	23,6	21,4	23,6	22,5	24,8
10 „	18,4	19,8	22,4	20,6	23,7	20,8	21,3	23,8	22,1	25,3
Mittel:	20,57	**17,87**	**20,18**	**18,44**	**20,64**	22,82	**19,37**	**21,92**	**19,82**	**22,16**
Schwankungen:	15,2	3,1	3,7	4,7	4,9	18,5	3,6	3,4	5,3	5,4

5. Juni. Witterung:

Bis 4 U. Mg. bew. dann bis 6 U. Mg. ab. bew. Von da ab kl.

6. Juni. Witterung:

Kl. von Mn. bis Ab. 8 U. Um 8 U. G. Von 10 U. ab kl. Von 8—10 U. bedeckt.

[1]) *E. Wollny*, Eine neue Construction der Bodenthermometer für Tiefen von 0,3—1,8 m. Zeitschrift der österr. Ges. für Meteorologie. 1875. Bd. X. Nr. 10.

7. Juni.

Zeit.	Lufttemperatur.	Humoser Kalksand naß.	Humoser Kalksand trocken.	Quarzsand I naß.	Quarzsand I trocken.
12 Uhr	17,8	21,0	24,0	21,0	24,8
2 „	16,5	20,7	24,0	20,5	24,4
4 „	15,3	20,4	23,6	19,6	23,8
6 „	21,6	19,8	23,2	19,0	22,7
8 „	24,8	19,6	22,5	18,7	21,7
10 „	28,5	19,3	22,8	19,2	21,3
12 „	25,7	19,6	21,7	20,2	21,5
2 „	27,2	20,4	22,0	21,0	22,3
4 „	27,8	20,5	22,6	21,2	23,1
6 „	17,7	20,6	22,7	20,9	23,4
8 „	16,9	20,6	23,1	20,6	23,3
10 „	15,3	20,2	22,7	20,2	23,0
Mittel:	21,62	20,22	22,91	20,17	22,94
Schwankungen:	12,5	1,4	2,3	2,5	3,5

Witterung:

Bis 6 U. Mg. kl. dann ab. bew. Von 8—10 U. kl. u. schw. W. bis 2 U. Nachm. G. am Himmel. Um 3 U. Nachm. R. u. St. Von 6 U. 30 M. Ab. ab ver. Von 3—6 U. 30 M. Nachm. bedeckt.

8. Juni.

Zeit.	Lufttemperatur.	Humoser Kalksand naß.	Humoser Kalksand trocken.	Quarzsand I naß.	Quarzsand I trocken.
12 Uhr	14,4	19,9	22,5	19,5	22,4
2 „	14,4	19,5	22,2	18,8	21,7
4 „	13,8	19,0	21,5	18,2	21,0
6 „	20,7	18,6	21,0	17,6	20,3
8 „	22,4	18,4	20,5	17,5	19,6
10 „	24,8	18,2	20,2	18,0	19,4
12 „	27,8	18,6	20,2	19,3	19,8
2 „	28,8	19,4	20,6	20,8	21,0
4 „	28,6	20,6	21,6	22,3	22,6
6 „	24,1	21,2	22,6	22,5	24,0
8 „	20,6	21,4	23,4	22,5	25,0
10 „	17,4	21,7	24,3	21,6	25,8
Mittel:	21,47	19,71	21,72	19,88	21,88
Schwankungen:	15,0	3,5	4,1	5,0	6,4

Witterung:

Bis Nachm. 5 U. kl. u. schw. W. dann ab. bew. Von 8 U. Ab. ab bew. u. schw. W. u. G.-R. bis 11 U., dann ver. Von 8—11 U. Ab. bedeckt.

9. Juni.

Zeit.	Lufttemperatur.	Humoser Kalksand naß.	Humoser Kalksand trocken.	Quarzsand I naß.	Quarzsand I trocken.
12 Uhr	16,2	21,2	24,4	21,2	24,4
2 „	15,6	20,8	24,2	20,6	23,4
4 „	14,4	20,3	23,8	19,8	22,3
6 „	17,2	19,9	23,4	19,4	21,3
8 „	22,4	19,7	22,9	19,1	20,7
10 „	24,4	19,5	22,6	19,4	21,4
12 „	26,6	20,1	22,5	22,6	23,2
2 „	26,8	20,8	22,8	22,0	25,4
4 „	27,8	21,8	23,8	23,2	27,5
6 „	24,8	22,2	24,6	23,6	28,5
8 „	18,2	22,4	25,1	23,6	28,5
10 „	15,1	22,4	25,7	23,1	27,5
Mittel:	20,78	20,92	23,82	21,47	24,51
Schwankungen:	13,4	2,9	3,2	4,5	7,8

Witterung:

Bis Vorm. ver. u. st. W. Von 9 U. Vorm. bis M. kl. u. schw. W. Von da ab bew. u. mst. W. dann kl. u. st. W. Gegen 5 U. Nachm. G. bew. u. mst. W. Von 8 U. 26 M. bis 9 U. Ab. G.-R. u. St. dann ab. bew. Von 8—9 U. Ab. bedeckt.

10. Juni.

Zeit.	Lufttemperatur.	Humoser Kalksand naß.	Humoser Kalksand trocken.	Quarzsand I naß.	Quarzsand I trocken.
12 Uhr	15,8	22,2	25,9	23,1	26,3
2 „	14,8	21,5	25,3	22,3	25,0
4 „	14,4	21,1	24,8	20,7	24,0
6 „	15,0	20,7	24,3	20,1	23,2
8 „	17,3	20,2	23,4	19,6	22,3
10 „	21,2	20,0	22,1	19,5	22,1
12 „	23,0	20,0	22,7	20,0	22,5
2 „	23,6	20,3	22,6	20,9	23,7
4 „	25,7	20,9	23,1	21,9	25,3
6 „	21,4	21,3	23,4	22,4	26,2
8 „	19,6	21,4	23,7	22,1	25,8
10 „	16,2	21,4	23,8	21,8	25,4
Mittel:	18,98	20,92	23,76	21,20	24,32
Schwankungen:	11,3	1,5	3,8	3,6	4,2

Witterung:

Bis Mg. bew. u. mst. W. dann bis 8 U. bew. Von da ab bis Nachm. 4 U. ab. bew. u. mst. W. dann bew. u. r. Um 8 U. Ab. bew. u. schw. W. u. G. dann bis Mn. bew. u. r.

11. Juni.

Zeit.	Lufttemperatur.	Humoser Kalksand naß.	Humoser Kalksand trocken.	Quarzsand I naß.	Quarzsand I trocken.
12 Uhr	15,8	21,0	23,8	21,0	24,8
2 „	15,3	20,7	23,6	20,4	23,4
4 „	15,2	20,5	23,3	20,2	22,8
6 „	16,2	20,1	23,0	19,5	22,1
8 „	19,3	19,9	22,4	19,2	21,5
10 „	22,2	19,7	22,2	19,2	21,3
12 „	25,0	19,8	21,8	19,9	22,0
2 „	20,6	20,2	21,8	20,7	23,2
4 „	19,6	20,6	22,1	21,3	23,8
6 „	19,0	20,8	22,6	21,3	24,0
8 „	15,6	20,7	22,7	20,8	23,5
10 „	13,0	20,5	22,6	20,3	22,6
Mittel:	18,05	20,37	22,66	20,32	22,92
Schwankungen:	12,0	1,3	2,0	2,1	3,5

Witterung:

Bis Mg. bew. u. r. Um 8 U. fr. ver. u. schw. W. Von 10 U. ab G. u. st. W. Von 3—5 U. Nachm. ab bew. u. mst. W. dann bew. Von 9—12 U. Ab. R. u. st. W. Von 9—12 U. Ab. bedeckt.

12. Juni.

Zeit.	Lufttemperatur.	Humoser Kalksand naß.	Humoser Kalksand trocken.	Quarzsand I naß.	Quarzsand I trocken.
12 Uhr	12,4	20,2	22,5	19,6	21,9
2 „	11,8	19,7	22,2	18,9	20,9
4 „	11,6	19,3	21,6	18,8	20,1
6 „	11,7	18,8	21,0	17,8	19,3
8 „	14,0	18,3	20,4	17,2	18,4
10 „	14,7	18,0	20,0	17,0	18,1
12 „	16,0	17,8	19,6	17,0	18,1
2 „	16,6	17,8	19,3	17,4	18,5
4 „	14,8	17,9	19,4	17,8	19,2
6 „	13,7	17,9	19,4	17,8	19,4
8 „	12,1	17,7	19,2	17,5	19,0
10 „	11,8	17,5	19,2	17,1	18,5
Mittel:	13,43	18,41	20,32	17,82	19,28
Schwankungen:	5,0	2,7	3,3	2,6	3,8

Witterung:

Bis 12 U. 40 M. st. R. u. st. W. dann ver. u. mst. W. Von 4 U. Mg. ab. R. u. schw. W. Von 5—7 U. Mg. bew. u. st. W. Von da ab R. u. st. W. Von 10 U. Ab. ab ver. Bis 10 U. Ab. bedeckt.

13. Juni.

Zeit.	Lufttemperatur.	Humoser Kalksand naß.	Humoser Kalksand trocken.	Quarzsand I naß.	Quarzsand I trocken.
12 Uhr	11,6	17,2	19,0	16,5	18,0
2 „	11,2	16,4	18,7	16,0	17,5
4 „	11,0	16,5	18,2	15,5	16,8
6 „	11,4	16,4	18,0	15,4	16,6
8 „	12,0	16,1	17,6	15,2	16,3
10 „	12,5	15,9	17,4	14,9	15,9
12 „	12,6	15,7	17,2	14,8	15,7
2 „	12,9	15,5	16,9	14,7	15,5
4 „	13,8	15,4	16,6	14,6	15,3
6 „	12,4	15,2	16,5	14,4	15,2
8 „	12,1	15,2	16,2	14,4	15,1
10 „	11,8	14,6	15,9	14,2	14,9
Mittel:	12,08	15,84	17,35	15,05	16,07
Schwankungen:	2,8	2,6	3,1	2,3	3,1

Witterung:

Bis M. R. u. st. W. Von 1 U. ab st. W. u. bew. Bis M. bedeckt.

Mittel sämmtlicher Beobachtungen:

	Humoser Kalksand. Naß.	Humoser Kalksand. Trocken.	Quarzsand I. Naß.	Quarzsand I. Trocken.
Bodentemperatur (in 22 cm Tiefe) v. 3.—13. Juni	18,68°	20,99°	18,82°	20,94°
Differenz (naß zu trocken):	—2,31°		—2,12°	
Temperaturschwankungen:	2,56°	3,25°	3,89°	4,83°
Differenz (naß zu trocken):	—0,69°		—0,94°.	

B. Temperatur des feuchten und trockenen Bodens.

Die Menge des Wassers in dem feuchten Boden betrug bei Anstellung des Versuchs 50 % der kapillaren Sättigungskapacität, berechnet auf das Volumen.

Wegen regnerischer Witterung mußte der Versuch mehrere Male unterbrochen werden. Am 15. und 30. Juni wurden die Apparate neu gefüllt; in der Periode vom 3.—7. Juli blieben sie bedeckt.

Die in 10 cm Tiefe beobachteten Bodentemperaturen sind nachstehenden Tabellen zu entnehmen:

Versuch II (1880).

26. Mai.

Zeit.	Lufttemperatur.	Humoser Kalksand		Quarzsand II		Reiner Kalksand	
		feucht.	trocken.	feucht.	trocken.	feucht.	trocken.
12 Uhr	13,0	17,8	18,8	14,8	16,0	16,4	17,3
2 „	12,4	15,2	16,2	12,6	13,4	13,9	14,7
4 „	11,5	13,2	14,3	11,4	12,0	12,2	12,9
6 „	19,8	12,4	13,1	11,6	12,0	11,6	12,1
8 „	24,8	16,0	16,1	18,4	18,9	16,1	16,9
10 „	27,8	21,4	20,6	24,3	24,8	21,2	22,6
12 „	28,6	26,8	26,0	29,8	30,0	26,4	28,2
2 „	29,8	30,4	29,9	33,5	33,4	30,4	32,4
4 „	29,0	32,4	32,6	34,2	33,8	32,0	34,4
6 „	25,6	31,7	32,3	31,6	31,2	30,4	32,8
8 „	20,4	28,2	29,2	26,4	26,3	26,4	27,8
10 „	18,4	24,0	25,4	22,0	22,2	22,6	23,2
Mittel:	21,76	22,46	22,87	22,55	22,83	21,63	22,94
Schwankungen	18,3	20,0	19,5	22,8	21,8	20,4	22,3

Witterung:

Kl. u. schw. W. Ab. r.

27. Mai.

Zeit.	Lufttemperatur.	Humoser Kalksand		Quarzsand II		Reiner Kalksand	
		feucht.	trocken.	feucht.	trocken.	feucht.	trocken.
12 Uhr	16,3	20,8	22,0	18,8	19,0	19,3	19,4
2 „	11,0	18,0	19,2	15,8	16,0	16,4	16,4
4 „	13,0	15,4	16,8	13,4	13,6	14,1	14,0
6 „	21,4	14,0	15,0	13,5	13,6	13,2	13,1
8 „	25,0	17,4	17,3	19,4	19,9	17,6	18,0
10 „	28,6	22,9	21,5	25,4	25,8	23,2	23,9
12 „	30,6	29,8	27,4	31,8	31,6	29,2	29,9
2 „	32,4	36,2	32,6	36,6	36,3	34,0	34,7
4 „	32,4	36,9	36,2	38,4	38,1	36,5	37,6
6 „	28,2	36,4	36,5	36,2	35,8	35,2	36,4
8 „	23,0	33,0	33,6	31,2	31,0	31,2	31,8
10 „	18,4	28,4	29,4	25,9	25,7	26,2	26,2
Mittel:	23,36	25,77	25,62	25,54	25,53	24,67	25,12
Schwankungen	21,4	22,9	21,5	25,0	24,5	23,3	24,5

Witterung:

Kl. u. schw. W.

16. Juni.

Zeit.	Luft-temperatur.	Humoser Kalksand		Quarzsand II		Reiner Kalksand	
		feucht.	trocken.	feucht.	trocken.	feucht.	trocken.
12 Uhr	12,8	18,2	18,2	17,2	17,4	17,6	17,4
2 "	12,6	16,0	16,4	14,9	15,2	15,2	15,0
4 "	12,2	14,6	15,2	13,8	14,0	14,0	13,6
6 "	13,0	13,6	14,2	13,1	13,4	13,1	12,9
8 "	14,4	13,5	13,8	13,2	13,5	13,2	13,1
10 "	16,5	13,8	14,2	13,9	14,2	13,7	13,8
12 "	16,7	14,7	14,8	14,8	15,2	14,6	14,8
2 "	18,3	15,2	15,2	15,5	15,9	15,2	15,3
4 "	18,0	16,2	16,2	16,9	17,3	16,4	16,4
6 "	15,2	17,0	16,8	16,8	17,2	16,6	16,8
8 "	14,6	16,4	16,4	16,0	16,4	16,0	16,0
10 "	13,6	15,8	15,8	15,2	15,4	15,2	15,2
Mittel	14,82	15,42	15,60	15,11	15,42	15,07	15,02
Schwankungen	6,1	4,7	4,4	4,1	4,0	4,5	4,5

Witterung:

Bis 2 U. Mg. bew. u. abwechselnd Regen. Mg. st. R. Vorm. bis Nachm. 4 U. schw. R. Um 4 U. st. G.-R., darauf abw. R. Den ganzen Tag bedeckt.

1. Juli.

Zeit.	Luft-temperatur.	Humoser Kalksand		Quarzsand II		Reiner Kalksand	
		feucht.	trocken.	feucht.	trocken.	feucht.	trocken.
12 Uhr	15,4	18,4	19,2	16,9	17,6	17,4	17,2
2 "	14,8	17,0	17,8	15,4	16,2	16,0	15,8
4 "	16,4	15,4	16,3	14,4	15,0	14,8	14,8
6 "	18,2	15,2	15,7	14,8	15,3	14,9	15,0
8 "	20,6	16,4	16,3	16,5	17,0	16,1	16,3
10 "	25,8	19,2	18,4	21,0	21,7	19,3	19,3
12 "	27,0	24,3	23,6	27,7	28,0	24,1	24,6
2 "	29,4	29,0	28,4	32,0	31,9	28,0	28,8
4 "	17,8	29,7	29,8	29,0	29,2	27,5	28,2
6 "	17,8	25,8	26,4	24,0	24,6	23,8	24,1
8 "	16,8	23,0	23,9	21,3	21,9	21,6	21,5
10 "	16,0	21,2	21,8	19,6	20,0	19,8	19,6
Mittel	19,66	21,22	21,47	21,05	21,53	20,27	20,43
Schwankungen	14,6	14,5	14,1	17,6	16,9	13,2	14,0

Witterung:

Bis fr. 4 U. Kl. u. schw. W., dann abw. bew. u. st. W. Nachm. st. G.-R., dann bew. bis 6 U. Von da ab bis 9 U. 15 M. st. G.-R., dann bew. u. schw. W. Von 2 U. 30 M. Nachm. ab bedeckt.

2. Juli.

Zeit.	Luft-temperatur.	Humoser Kalksand		Quarzsand II		Reiner Kalksand	
		feucht.	trocken.	feucht.	trocken.	feucht.	trocken.
12 Uhr	12,3	18,8	19,3	17,1	17,8	17,3	17,2
2 "	11,6	17,3	17,9	15,6	16,4	15,9	15,8
4 "	10,4	15,7	16,4	14,6	15,2	14,8	14,7
6 "	17,5	15,4	15,9	15,0	15,5	14,7	14,9
8 "	21,0	16,6	16,7	16,9	17,0	16,2	16,2
10 "	25,0	20,0	19,3	21,7	21,8	19,7	19,6
12 "	26,0	25,0	24,0	28,2	27,8	24,3	24,8
2 "	26,8	29,8	28,8	32,0	31,8	28,8	29,2
4 "	24,4	32,1	32,0	33,2	33,3	31,5	32,2
6 "	15,0	28,9	29,4	28,0	28,5	28,0	28,0
8 "	16,0	26,8	27,6	25,4	26,0	25,6	25,6
10 "	15,8	23,0	23,8	21,6	22,0	21,8	21,4
Mittel	18,48	22,45	22,59	22,44	22,76	21,55	21,63
Schwankungen	16,4	16,7	16,1	18,6	18,1	16,8	17,5

Witterung:

Abw. bew. u. schw. W. Gegen Ab. bew. Von 5 U. 30 bis 6 U. 15 st. G.-R., dann bew. bis 8 U. 15, von da bis 10 U. G.-R., dann bew. Von 5 bis 10 U. Ab. bedeckt.

3. Juli.

Zeit.	Luft-temperatur.	Humoser Kalksand		Quarzsand II		Reiner Kalksand	
		feucht.	trocken.	feucht.	trocken.	feucht.	trocken.
12 Uhr	13,2	20,0	21,1	18,6	19,5	18,6	18,2
2 "	11,9	18,5	19,2	17,2	18,0	17,2	17,0
4 "	10,7	18,0	18,8	16,2	16,5	16,2	16,1
6 "	17,4	17,2	17,6	16,6	16,8	16,4	16,2
8 "	22,0	18,2	18,2	19,4	19,5	18,0	17,6
10 "	24,0	23,0	21,8	24,4	24,5	22,1	21,8
12 "	25,4	27,6	26,2	29,1	29,0	26,6	26,4
2 "	22,4	29,4	28,6	30,2	30,4	28,6	28,6
4 "	19,0	27,6	27,6	26,6	27,2	26,6	26,4
6 "	17,6	24,4	24,9	23,0	23,6	23,4	23,2
8 "	15,9	22,4	22,8	21,2	21,6	21,4	21,0
10 "	15,6	20,6	21,0	19,4	19,8	19,6	19,2
Mittel	17,92	22,24	22,32	21,82	22,20	21,22	20,97
Schwankungen	14,7	12,2	11,0	14,0	13,9	12,4	12,5

Witterung:

Ab. bew. u. schw. W. M. bew. u. st. W. Von 2 U. 30 bis 5 U. Nachm. schw. R. Von 5—6 U. st. G.-R., dann bew. Von 9 U. 30 ab mst. R. u. W. Von 2—6 U. Nachm. u. 9 Ab. ab bedeckt.

7. Juli.

Zeit.	Lufttemperatur.	Humoser Kalksand		Quarzsand II		Reiner Kalksand	
		feucht.	trocken.	feucht.	trocken.	feucht.	trocken.
12 Uhr	10,6	14,8	15,2	12,9	13,2	13,6	13,2
2 „	10,0	12,5	13,0	10,8	11,0	11,4	11,2
4 „	8,5	11,2	11,6	9,6	9,8	10,0	9,8
6 „	15,6	9,7	10,1	8,8	9,0	8,9	8,7
8 „	19,4	11,8	11,4	12,8	13,4	11,7	11,8
10 „	22,8	17,2	15,9	19,0	19,8	17,0	17,3
12 „	25,4	22,4	21,1	24,8	25,6	22,0	22,2
2 „	26,8	26,6	26,0	30,0	30,1	26,2	26,2
4 „	27,8	30,0	30,0	33,0	32,9	29,4	29,2
6 „	24,8	31,2	31,8	32,3	32,0	29,7	29,9
8 „	20,0	28,6	29,6	27,8	27,8	26,6	26,4
10 „	15,4	24,6	26,0	23,2	23,5	23,0	22,4
Mittel	18,92	**20,05**	**20,14**	**20,42**	**20,67**	**19,12**	**19,02**
Schwankungen	19,3	21,5	21,7	24,2	23,9	20,8	21,2

Witterung:

Kl. u. schw. W.

8. Juli.

Zeit.	Lufttemperatur.	Humoser Kalksand		Quarzsand II		Reiner Kalksand	
		feucht.	trocken.	feucht.	trocken.	feucht.	trocken.
12 Uhr	16,2	21,2	22,3	19,8	20,0	19,8	19,0
2 „	14,4	19,0	19,8	17,4	17,6	17,6	16,8
4 „	15,6	17,2	17,8	16,0	16,2	16,0	15,6
6 „	21,0	16,4	16,7	15,7	16,0	15,5	15,3
8 „	25,6	18,7	18,0	19,4	19,8	18,0	18,0
10 „	27,4	23,7	22,2	25,0	25,4	22,4	22,6
12 „	27,1	29,2	27,1	30,0	30,1	27,0	27,1
2 „	22,0	30,1	29,0	29,6	29,9	28,2	28,0
4 „	15,4	26,0	26,2	24,0	24,7	24,2	23,7
6 „	16,2	22,7	23,2	21,2	21,8	21,6	20,8
8 „	15,3	20,8	21,2	19,6	20,0	19,8	19,0
10 „	14,8	19,2	19,6	18,2	18,6	18,4	17,6
Mittel	19,25	**22,02**	**21,92**	**21,32**	**21,67**	**20,71**	**20,29**
Schwankungen	13,0	13,7	12,3	14,3	14,1	12,7	12,7

Witterung:

Bis fr. ver. Von Mg. 4—8 U. bew., dann kl. M. ab. bew. Von 2—3 U. 30. M. st. G.-R. u. st. W., dann bew. Von 8 U. Ab. ab mst. R. von 10 U. ab st. R. Von 2—3 U. 30 M. Nachm. u. 8 U. Ab. ab bedeckt.

Versuch III (1880).

16. Juli.

Zeit.	Lufttemperatur.	Humoser Kalksand				Quarzsand II				Reiner Kalksand			
		feucht.		trocken.		feucht.		trocken.		feucht.		trocken.	
		Oberfläche.	In 10 cm Tiefe.	Oberfläche.	In 10 cm Tiefe.	Oberfläche.	In 10 cm Tiefe.	Oberfläche.	In 10 cm Tiefe.	Oberfläche.	In 10 cm Tiefe.	Oberfläche.	In 10 cm. Tiefe.
12 Uhr	15,0	17,0	20,6	17,6	21,4	16,6	19,0	16,6	19,4	16,8	19,4	16,6	19,2
2 „	13,5	15,4	18,8	15,6	19,3	14,8	17,0	14,8	17,2	15,0	17,5	14,6	17,2
4 „	12,6	14,0	17,0	14,2	17,6	13,4	15,2	13,2	15,4	13,6	15,8	13,2	15,6
6 „	20,2	15,4	15,5	15,6	16,0	15,6	14,6	15,3	14,8	15,4	14,6	15,3	14,6
8 „	25,5	20,7	18,2	21,8	17,6	22,0	18,8	22,0	19,3	21,2	17,7	21,2	17,8
10 „	27,2	25,7	22,0	28,0	21,4	27,8	23,4	28,4	24,6	25,0	22,0	26,0	22,5
12 „	28,6	28,4	25,6	32,2	25,6	33,1	28,0	32,4	28,8	28,0	25,6	30,1	26,6
2 „	29,4	33,7	28,6	37,0	29,2	38,0	32,9	37,0	32,2	32,7	28,6	34,5	29,8
4 „	29,2	32,2	30,7	36,1	32,0	36,6	33,4	35,7	33,6	32,4	31,0	31,0	31,3
6 „	26,8	29,6	30,6	32,4	32,2	31,7	32,2	30,7	32,2	28,0	30,3	28,0	30,3
8 „	22,0	23,6	28,2	25,5	30,0	25,0	28,1	24,6	28,2	22,8	27,3	23,0	27,0
10 „	17,2	20,4	24,8	21,8	26,4	21,0	24,0	20,7	24,0	20,0	23,6	19,4	23,3
Mittel	22,27	23,01	**23,38**	24,82	**24,06**	24,63	**23,88**	24,28	**24,14**	22,57	**22,78**	22,74	**22,93**
Schwankungen	16,8	19,7	15,2	22,8	16,2	24,6	18,8	23,8	18,8	19,1	16,4	21,3	16,7

Witterung:

Kl. Vorm. schw. W. Nachm. u. Ab. kl. u. r.

17. Juli.

Zeit.	Luft-temperatur.	Humoser Kalksand				Quarzsand II				Reiner Kalksand			
		feucht.		trocken.		feucht.		trocken.		feucht.		trocken.	
		Oberfläche.	In 10 cm Tiefe.	Oberfläche.	In 10 cm Tiefe.	Oberfläche.	In 10 cm Tiefe.	Oberfläche.	In 10 cm Tiefe.	Oberfläche.	In 10 cm Tiefe.	Oberfläche.	In 10 cm Tiefe.
12 Uhr	15,4	17,8	21,8	18,8	23,1	17,8	20,5	17,6	20,6	17,3	20,4	16,7	19,8
2 "	13,8	15,6	19,6	16,4	20,6	15,6	18,0	15,2	18,0	15,2	18,0	14,8	17,6
4 "	12,4	14,3	17,8	14,8	18,7	14,0	16,2	13,6	16,2	13,7	16,2	13,3	15,9
6 "	21,6	15,8	16,0	16,2	16,7	16,4	15,1	16,0	15,3	15,7	14,9	15,6	14,7
8 "	26,4	21,4	18,6	23,4	18,4	24,2	20,0	24,0	20,4	22,4	18,4	22,4	18,4
10 "	29,2	29,4	23,3	29,8	22,6	31,6	25,6	30,5	26,2	27,6	23,3	28,6	23,8
12 "	31,9	34,0	28,7	35,0	27,8	37,4	31,2	36,0	31,6	33,4	28,6	34,2	29,1
2 "	33,2	40,0	32,8	40,6	32,2	43,0	36,0	41,2	36,0	39,2	33,0	39,0	33,3
4 "	28,2	33,2	35,4	34,2	35,4	35,0	37,0	33,9	36,7	32,4	35,2	32,0	34,9
6 "	27,6	32,1	33,6	33,0	34,2	32,6	33,8	31,6	33,6	30,3	32,6	30,0	32,2
8 "	22,6	26,7	31,2	27,4	32,0	27,0	30,2	26,4	30,0	25,3	29,4	25,0	29,0
10 "	18,2	22,0	26,2	22,8	27,4	22,0	24,8	21,6	24,8	20,8	24,4	20,2	24,0
Mittel	23,37	25,19	**25,43**	26,03	**25,75**	26,38	**25,70**	25,63	**25,78**	24,44	**24,53**	24,32	**24,39**
Schwankungen	20,8	25,7	19,4	25,8	18,7	29,0	21,9	27,6	21,4	25,5	20,3	25,7	20,2

Witterung:

Kl. u. schw. W. bis Nachm., dann bew. um 3 U. G. Ab. bis Mn. kl.

Mittel sämmtlicher Beobachtungen:

Versuch II.

	Humoser Kalksand feucht.	Humoser Kalksand trocken.	Quarzsand II feucht.	Quarzsand II trocken.	Reiner Kalksand feucht.	Reiner Kalksand trocken.
Bodentemperatur v. 26. Mai bis 8. Juli	21,45°	21,57°	21,28°	21,58°	20,53°	20,68°
Differenz (feucht zu trocken):	−0,12°		−0,30°		−0,13°	
Temperaturschwankungen:	15,77°	15,07°	17,57°	18,15°	15,51°	16,15°
Differenz (feucht zu trocken):	+0,70°		−0,58°		−0,64°	

Versuch III.

	Humoser Kalksand feucht.	Humoser Kalksand trocken.	Quarzsand II feucht.	Quarzsand II trocken.	Reiner Kalksand feucht.	Reiner Kalksand trocken.
Bodentemperatur am 16. u. 17. Juli	24,40°	24,90°	24,79°	24,96°	23,65°	23,66°
Differenz (feucht zu trocken):	−0,50°		−0,17°		−0,01°	
Temperaturschwankungen:	17,30°	17,45°	20,35°	20,10°	18,35°	18,45°
Differenz (feucht zu trocken):	−0,15°		+0,25°		−0,10°.	

C. Temperatur des Bodens von verschiedenem Wassergehalt.

Um ein möglichst vollständiges Bild des Einflusses zu gewinnen, welchen das Wasser des Bodens auf dessen Erwärmung ausübt, wurde in einer Reihe von Versuchen die Erwärmung des Bodens statt in zwei, in mehreren verschiedenen Feuchtigkeitszuständen untersucht, indem zwischen den Extremen, Trockenheit und Nässe, ein oder mehrere Zwischenstufen gewählt wurden.

In den Versuchen IV—VII wurden die Böden bei nasser, feuchter und lufttrockener Beschaffenheit verwendet. Der feuchte Boden wurde in der Regel in der Weise hergestellt, daß man den lufttrockenen Boden vor dem Einfüllen in die Apparate mit halb soviel Wasser mengte, als der nasse Boden enthielt.

Die Resultate der Temperaturbeobachtungen in 10 cm Tiefe sind in den folgenden Tabellen verzeichnet. Tafel I enthält eine graphische Darstellung des Ganges der Temperatur vom 11. und 12. Juni (Versuch IV, Quarzsand).

Versuch IV (1877).

Zeit.	5. Juni. Lufttemperatur	Lehm naß.	Lehm feucht.	Lehm trocken.	Quarzsand II naß.	Quarzsand II feucht.	Quarzsand II trocken.	7. Juni. Lufttemperatur	Lehm naß.	Lehm feucht.	Lehm trocken.	Quarzsand II naß.	Quarzsand II feucht.	Quarzsand II trocken.
12 Uhr	13,4	20,9	20,8	23,6	19,6	19,1	22,4	15,0	19,8	19,4	21,0	18,6	18,7	20,3
2 „	12,7	19,3	18,6	20,6	17,6	16,9	19,9	14,0	18,8	18,4	19,6	17,6	17,6	19,0
4 „	12,4	17,8	17,0	18,4	15,8	15,2	17,8	13,6	18,0	17,2	18,6	16,8	16,5	17,8
6 „	19,2	16,2	16,4	16,6	14,6	14,2	16,0	15,1	17,0	16,4	17,2	15,9	15,6	16,8
8 „	23,8	16,7	16,1	16,8	16,4	16,6	16,2	16,4	16,8	16,2	17,0	15,8	15,7	16,4
10 „	27,0	19,4	19,4	20,2	20,2	21,2	19,4	20,0	17,3	17,1	17,8	17,1	17,4	17,0
12 „	29,6	21,8	22,4	24,2	23,2	24,4	23,0	20,6	19,1	19,6	20,5	19,8	20,6	19,3
2 „	30,4	24,9	25,9	28,8	26,2	27,5	26,8	23,0	20,8	21,8	23,6	21,8	22,8	22,1
4 „	30,6	27,0	28,3	32,2	28,1	29,1	29,4	24,0	22,2	23,4	26,0	23,2	24,2	24,0
6 „	28,6	27,8	29,0	33,6	28,0	28,6	30,7	22,4	22,8	24,0	27,0	23,2	23,9	24,9
8 „	21,8	26,9	26,6	31,6	26,4	26,5	30,1	18,4	22,0	22,8	26,4	21,6	22,0	24,5
10 „	19,2	25,4	25,4	29,4	24,0	23,9	27,7	16,2	20,4	20,6	23,8	19,3	19,4	22,5
Mittel	22,39	22,01	22,16	24,66	21,67	21,93	23,28	18,22	19,66	19,74	21,54	19,22	19,53	20,38
Schwankungen	18,2	11,6	12,9	17,0	13,5	14,9	14,7	10,4	6,0	7,8	10,0	7,4	8,6	8,5

5. Juni. Witterung: Kl. Von 9 U. Vorm. ab schw. W. Ab. G. u. r.

7. Juni. Witterung: Bew. u. mst. W. Ab. gegen 9 U. kl.

Zeit.	6. Juni. Lufttemperatur	Lehm naß.	Lehm feucht.	Lehm trocken.	Quarzsand II naß.	Quarzsand II feucht.	Quarzsand II trocken.	8. Juni. Lufttemperatur	Lehm naß.	Lehm feucht.	Lehm trocken.	Quarzsand II naß.	Quarzsand II feucht.	Quarzsand II trocken.
12 Uhr	16,6	23,4	23,0	26,0	21,8	21,4	25,0	14,8	18,8	18,6	21,2	17,6	17,4	20,4
2 „	15,8	21,4	20,8	23,0	19,4	19,0	22,3	11,6	17,2	16,8	18,0	16,0	15,6	18,4
4 „	14,6	19,8	19,0	20,8	17,6	17,2	20,2	11,0	15,8	15,2	16,8	14,4	13,8	16,4
6 „	16,8	18,2	17,2	18,6	16,6	16,2	18,0	19,2	14,6	14,0	15,1	13,4	13,0	14,7
8 „	17,5	17,8	17,2	18,2	16,8	16,7	17,6	21,0	15,4	15,2	15,7	15,7	16,2	15,2
10 „	21,8	17,8	17,3	18,0	17,2	17,4	17,7	23,4	18,0	18,4	18,8	19,4	20,8	18,3
12 „	23,3	19,5	19,6	20,0	20,1	21,2	19,4	25,7	20,8	22,1	23,2	23,2	25,0	22,4
2 „	26,3	22,2	23,0	24,2	23,2	24,3	23,0	28,5	23,8	26,2	28,0	26,1	28,0	26,5
4 „	19,5	23,4	24,2	26,6	23,6	24,6	24,8	29,6	26,0	29,0	31,4	27,8	29,5	29,0
6 „	19,1	22,8	23,2	26,0	22,3	22,7	24,4	27,2	27,0	30,2	33,0	27,9	29,0	30,4
8 „	16,3	22,0	22,0	24,6	21,0	21,4	23,2	24,2	26,8	29,2	32,4	26,8	27,4	30,0
10 „	15,8	21,0	20,8	23,0	20,0	20,1	21,9	19,8	25,4	27,0	30,2	24,6	24,8	28,6
Mittel	18,62	20,77	20,61	22,42	19,97	20,18	21,46	21,33	20,80	21,84	23,65	21,07	21,71	22,52
Schwankungen	11,7	5,6	7,0	8,6	7,0	8,4	7,4	18,6	12,4	16,2	17,9	14,5	16,5	15,7

6. Juni. Witterung: Kl. Von 6 U. Mg. ab bew. u. schw. W. Von M. ab th. bew. u. st. W. Nachm. G. Von 5 U. ab bew. u. schw. W. Von 6 U. 45 bis 7 U. 30 R., von da ab bew. Von Nachm. 3 U. ab bedeckt.

8. Juni. Witterung: Kl. u. schw. W. Gegen 5 U. Nachm. G., dabei th. bew. Von 10 U. Ab. ab kl.

9. Juni.

Zeit.	Lufttemperatur.	Lehm			Quarzsand II		
		naß.	feucht.	trocken.	naß.	feucht.	trocken.
12 Uhr	17,1	23,6	24,2	27,0	22,4	22,0	26,0
2 „	15,1	21,8	21,6	24,2	20,2	19,6	23,5
4 „	14,6	20,0	19,4	21,6	18,1	17,4	21,1
6 „	23,0	18,4	17,6	19,4	16,9	16,3	19,0
8 „	26,7	19,0	18,9	19,8	18,9	19,7	19,2
10 „	25,2	21,3	22,4	23,0	22,1	23,5	22,2
12 „	27,8	23,0	25,4	26,0	24,3	26,2	24,9
2 „	29,6	25,4	29,0	29,8	26,8	28,9	28,0
4 „	29,2	27,2	31,8	32,8	28,0	30,0	30,2
6 „	23,6	28,2	32,6	34,0	28,0	29,4	31,1
8 „	20,9	26,8	30,0	32,4	25,4	26,2	30,0
10 „	18,4	25,0	27,4	30,0	23,4	23,6	28,2
Mittel	22,60	**23,31**	**25,02**	**26,66**	**22,87**	**23,57**	**25,28**
Schwankungen	15,0	9,8	15,0	14,6	11,1	13,7	12,1

Witterung:

Um Mn. bew. Von 2 U. ab kl. Fr. schw. W. Um 5 U. Nachm. G. u. kl. Von 6—10 U. Ab. bew. u. G., dann ab. bew.

10. Juni.

Zeit.	Lufttemperatur.	Lehm			Quarzsand II		
		naß.	feucht.	trocken.	naß.	feucht.	trocken.
12 Uhr	15,4	22,0	22,6	25,4	20,1	19,8	24,0
2 „	15,0	20,4	20,6	22,6	18,4	17,8	21,8
4 „	14,0	18,6	18,6	20,4	16,8	16,1	19,4
6 „	24,2	17,4	17,2	18,6	16,0	15,4	17,8
8 „	24,7	17,9	18,2	18,8	18,0	18,8	18,1
10 „	26,2	20,4	22,0	22,0	21,8	23,7	21,4
12 „	29,0	22,8	26,0	26,4	25,2	27,6	25,4
2 „	30,0	25,2	29,6	30,2	27,6	30,2	28,8
4 „	30,0	26,8	32,0	32,9	28,8	31,2	31,0
6 „	28,2	27,6	32,6	34,0	28,5	30,2	31,9
8 „	23,7	27,0	31,0	33,2	27,0	27,9	31,2
10 „	18,2	25,2	27,8	30,0	24,4	24,5	28,8
Mittel	23,22	**22,61**	**24,85**	**26,21**	**22,72**	**23,60**	**24,97**
Schwankungen	16,0	10,2	15,4	15,4	12,8	15,8	14,1

Witterung:

Kl. u. schw. W. Ab. kl. u. r.

11. Juni.

Zeit.	Lufttemperatur.	Lehm			Quarzsand II		
		naß.	feucht.	trocken.	naß.	feucht.	trocken.
12 Uhr	16,0	23,2	24,6	26,6	21,0	21,4	25,9
2 „	14,4	21,4	22,0	23,8	19,8	19,0	23,2
4 „	14,2	19,2	19,0	20,6	17,4	16,4	20,2
6 „	23,2	18,2	18,0	19,2	16,8	16,1	18,7
8 „	27,2	19,0	19,4	19,8	19,0	20,1	19,2
10 „	28,8	21,8	23,6	23,2	23,0	25,2	22,4
12 „	30,6	23,8	27,0	27,0	25,8	28,7	25,7
2 „	31,4	26,6	31,8	32,0	28,6	32,1	30,3
4 „	30,9	28,2	34,0	34,8	29,2	33,1	32,6
6 „	29,4	28,6	34,2	35,6	29,4	32,0	33,4
8 „	24,2	27,6	32,0	34,2	27,4	28,8	32,4
10 „	21,6	26,0	29,2	31,6	25,0	25,7	30,5
Mittel	24,32	**23,63**	**26,23**	**27,37**	**23,53**	**24,88**	**26,21**
Schwankungen	16,7	10,4	16,2	16,4	12,6	17,0	14,7

Witterung:

Kl. u. schw. ver. W. Ab. G., dann kl.

12. Juni.

Zeit.	Lufttemperatur.	Lehm			Quarzsand II		
		naß.	feucht.	trocken.	naß.	feucht.	trocken.
12 Uhr	16,4	23,6	25,6	27,8	22,4	22,1	27,3
2 „	14,0	21,6	22,0	24,2	20,0	18,8	23,8
4 „	14,4	19,6	19,6	21,4	18,0	16,6	21,1
6 „	25,2	18,4	18,3	19,4	17,1	16,2	19,2
8 „	26,0	19,2	19,6	20,1	19,1	20,2	19,4
10 „	29,2	21,7	23,8	23,2	22,8	25,3	22,4
12 „	30,8	24,8	29,0	28,2	26,7	30,4	26,7
2 „	32,6	27,6	33,4	32,8	29,2	33,7	30,8
4 „	32,5	29,7	36,4	36,0	30,7	35,0	33,2
6 „	29,2	30,4	36,8	37,2	30,4	33,9	34,4
8 „	24,8	29,6	34,4	35,8	28,4	30,6	33,4
10 „	21,0	27,8	31,4	32,0	26,3	27,2	31,4
Mittel	24,67	**24,50**	**27,52**	**28,17**	**24,26**	**25,83**	**26,92**
Schwankungen	18,6	12,0	18,5	17,8	13,6	18,8	15,2

Witterung:

Kl. M. schw. W. Von Ab. 6 U. ab r.

13. Juni.

Zeit.	Lufttemperatur.	Lehm naß.	Lehm feucht.	Lehm trocken.	Quarzsand II naß.	Quarzsand II feucht.	Quarzsand II trocken.
12 Uhr	20,2	25,6	27,6	29,4	23,8	23,8	28,4
2 „	20,4	23,6	24,8	26,6	22,0	21,5	25,6
4 „	18,8	22,3	23,0	24,6	21,0	20,7	24,0
6 „	22,1	21,0	21,6	22,8	19,8	19,7	22,4
8 „	26,6	21,2	22,2	22,8	21,0	22,2	22,4
10 „	29,4	23,1	25,4	25,0	24,0	26,7	24,2
12 „	30,0	25,0	29,0	28,4	26,4	30,2	27,2
2 „	24,6	26,1	30,4	31,0	26,8	29,8	29,7
4 „	24,4	26,0	29,8	30,8	26,8	29,5	29,4
6 „	20,8	28,8	30,2	30,2	25,6	27,2	29,0
8 „	17,0	23,6	25,6	28,0	23,0	23,6	27,0
10 „	17,0	22,0	23,2	25,0	21,2	21,1	24,4
Mittel	22,61	**24,02**	**26,07**	**27,05**	**23,45**	**24,67**	**26,14**
Schwankungen	13,0	7,8	8,8	8,2	7,0	10, 5	7,3

Witterung:

Bis Mg. bew. u. G. Von fr. bis M. ab. bew. u. schw. W. M. schw. R. u. mst. W., dann bew. Von 5—7 U. 30 Ab. G. st. W. u. schw. R. Von da ab bew. u. schw. W. Von 10 U. an bew. u. r. Vorm. 1 U. 30 bis 4 U. Mg. 1—2 U. Nachm. u. 5 U. ab bedeckt.

14. Juni.

Zeit.	Lufttemperatur.	Lehm naß.	Lehm feucht.	Lehm trocken.	Quarzsand II naß.	Quarzsand II feucht.	Quarzsand II trocken.
12 Uhr	16,8	21,0	21,6	22,2	20,2	19,9	22,6
2 „	15,8	19,6	20,0	21,0	18,8	18,4	20,8
4 „	13,6	19,0	19,1	20,0	18,0	17,6	19,8
6 „	14,1	18,4	18,2	19,2	17,4	16,8	18,8
8 „	14,4	17,4	17,2	18,0	16,6	16,0	17,8
10 „	18,3	17,0	16,8	17,4	16,6	16,6	17,3
12 „	22,2	17,8	18,4	18,6	18,5	20,1	18,2
2 „	22,4	20,0	22,5	22,4	21,0	23,8	21,4
4 „	23,8	21,0	24,0	24,6	22,0	24,6	23,4
6 „	20,5	21,4	24,8	25,6	22,0	24,3	24,2
8 „	18,2	21,1	24,0	25,2	21,0	22,6	24,0
10 „	16,0	19,8	21,8	23,4	19,2	19,8	22,4
Mittel	18,01	**19,46**	**20,70**	**21,47**	**19,27**	**20,04**	**21,[illegible]**
Schwankungen	10,2	4,4	8,0	8,2	5,4	8,6	6,9

Witterung:

Von Mn. bis 2 U. Mg. bew. u. r. Um 2 U. R., dann bis fr. bew. u. schw. W. Vorm. u. Nachm. ver. u. schw. W. Von Ab. 6 U. ab th. bew. u. schw. W. Bis Vorm. 9 U. bedeckt.

Versuch V (1877).

21. Juli.

Zeit.	Lufttemperatur.	Humoser Kalksand naß.	Humoser Kalksand feucht.	Humoser Kalksand trocken.	Torf naß.	Torf feucht.	Torf trocken.
12 Uhr	14,0	17,5	17,2	18,0	17,4	17,4	18,5
2 „	14,0	16,8	16,6	17,0	17,0	17,0	17,6
4 „	14,1	16,4	16,0	16,4	16,6	16,6	17,2
6 „	14,2	15,9	15,6	15,6	16,0	16,4	16,2
8 „	15,6	15,6	15,4	15,2	16,0	15,8	16,2
10 „	17,8	15,7	15,5	15,3	15,8	15,6	16,0
12 „	17,8	16,5	16,3	16,0	16,0	15,8	16,2
2 „	21,2	17,1	17,0	16,9	16,3	16,2	16,7
4 „	22,4	18,2	18,2	18,4	16,8	16,8	17,6
6 „	21,0	19,6	19,8	20,8	17,5	17,6	18,8
8 „	16,4	20,1	20,2	22,0	18,2	18,4	20,0
10 „	13,6	19,4	19,2	20,8	18,6	18,6	19,8
Mittel	16,84	**17,40**	**17,25**	**17,70**	**16,85**	**16,85**	**17,57**
Schwankungen	8,8	4,5	4,8	6,8	2,8	3,0	4,0

Witterung:

R. um 2 U. Mg. bew., dann R. Von 8 U. an bew. u. abwechselnd R. u. schw. W. Von M. ab st. W. Nachm. abw. bew. u. st. W. Ab. schw. W. Um 8 U. Ab. r. u. bew. Bis Nachm. 1 U. 30 bedeckt.

22. Juli.

Zeit.	Lufttemperatur.	Humoser Kalksand naß.	Humoser Kalksand feucht.	Humoser Kalksand trocken.	Torf naß.	Torf feucht.	Torf trocken.
12 Uhr	12,0	18,4	18,0	19,2	18,3	18,2	19,2
2 „	12,0	17,2	16,7	17,4	17,6	17,4	18,0
4 „	11,2	16,2	15,6	16,1	17,0	16,6	17,0
6 „	16,2	15,1	14,6	14,6	16,2	15,8	15,8
8 „	20,4	15,2	15,0	15,0	15,8	15,4	15,4
10 „	22,7	16,9	17,2	17,6	16,2	16,2	16,8
12 „	24,9	19,2	20,0	21,6	17,4	17,6	19,4
2 „	27,4	22,4	23,6	26,7	19,4	20,0	23,4
4 „	27,4	25,0	26,2	30,6	21,4	22,2	26,4
6 „	26,0	26,1	27,5	32,3	23,0	23,8	28,2
8 „	20,8	25,9	26,7	31,4	24,2	25,0	28,8
10 „	19,0	24,6	25,0	28,8	24,2	24,8	27,8
Mittel	20,00	**20,18**	**20,51**	**22,61**	**16,72**	**19,42**	**21,35**
Schwankungen	16,2	11,0	12,9	17,7	8,4	9,6	13,4

Witterung:

Fr. kl. u. r. Vorm. schw. W., ebenso Nachm. u. Ab.

23. Juli.

Zeit.	Lufttemperatur.	Humoser Kalksand			Torf.		
		naß.	feucht.	trocken.	naß.	feucht.	trocken.
12 Uhr	15,2	22,6	22,3	25,0	23,4	23,6	25,4
2 „	14,2	20,7	19,8	21,8	22,0	21,8	23,0
4 „	13,2	19,4	18,4	19,8	21,2	20,8	21,4
6 „	20,0	18,0	16,9	17,5	20,0	19,4	19,4
8 „	24,6	18,0	17,3	17,6	19,3	18,8	18,8
10 „	27,4	20,4	20,4	20,8	19,6	19,6	20,2
12 „	26,0	22,9	23,6	25,4	21,0	21,2	22,2
2 „	29,4	25,2	26,1	29,4	22,8	23,2	26,4
4 „	29,6	27,3	28,5	32,7	24,3	25,0	28,8
6 „	27,1	28,3	29,4	34,4	25,8	26,6	30,4
8 „	23,0	27,8	28,6	33,4	26,4	27,2	30,6
10 „	20,6	26,2	26,2	30,2	26,2	26,8	29,2
Mittel	22,52	**23,07**	**23,12**	**25,66**	**22,67**	**22,83**	**24,65**
Schwankungen	16,4	10,3	12,5	16,9	7,1	8,4	11,8

Witterung:

Fr. kl. Um 11 U. Vorm. st. W. u. G., dann klar. Von 8—10 U. Ab. bedeckt.

24. Juli.

Zeit.	Lufttemperatur.	Humoser Kalksand.			Torf.		
		naß.	feucht.	trocken.	naß.	feucht.	trocken.
12 Uhr	17,8	24,6	24,2	27,4	25,4	25,6	27,6
2 „	16,6	23,0	22,2	24,8	24,5	24,4	25,6
4 „	14,6	21,6	20,5	22,6	23,4	22,8	23,8
6 „	21,2	20,1	18,8	20,1	22,1	21,4	21,8
8 „	26,8	20,0	19,1	19,8	21,4	20,8	21,0
10 „	30,6	22,0	22,4	23,0	21,8	21,6	22,6
12 „	32,8	24,0	25,2	27,0	22,9	23,2	25,3
2 „	34,5	25,8	28,0	30,8	24,4	25,0	28,4
4 „	32,2	28,4	31,7	35,4	26,6	27,8	31,8
6 „	24,3	29,2	32,1	36,3	27,8	29,0	33,0
8 „	22,9	28,2	30,0	34,0	28,2	29,0	32,2
10 „	18,8	26,8	27,5	30,8	27,6	28,0	30,4
Mittel	24,42	**24,47**	**25,14**	**27,67**	**24,67**	**24,88**	**26,96**
Schwankungen	19,9	9,2	13,3	16,5	6,8	8,2	12,0

Witterung:

Bis Vorm. kl. u. mst. W. Nachm. 5 U. schw. G.-R., dann bew. u. ver. Von 4 U. 30 bis 6 U. bedeckt.

25. Juli.

Zeit.	Lufttemperatur.	Humoser Kalksand naß.	Humoser Kalksand feucht.	Humoser Kalksand trocken.	Torf naß.	Torf feucht.	Torf trocken.
12 Uhr	16,4	25,2	25,2	28,0	26,6	26,4	28,4
2 „	18,0	23,4	22,8	25,2	25,4	24,8	26,3
4 „	17,2	22,2	21,4	23,4	24,2	23,4	24,4
6 „	16,8	21,2	20,3	21,8	23,2	22,2	22,9
8 „	16,0	20,4	19,5	20,6	22,2	21,2	21,8
10 „	17,0	19,7	18,7	19,6	21,4	20,4	20,8
12 „	16,6	19,2	18,3	19,0	20,6	19,6	20,0
2 „	16,4	18,8	18,0	18,6	20,1	19,2	19,4
4 „	13,4	18,2	17,5	18,2	19,6	18,6	19,0
6 „	12,8	17,2	16,5	17,2	18,8	18,0	18,2
8 „	12,2	16,4	15,4	16,3	17,0	17,2	17,4
10 „	12,2	15,4	14,5	15,6	17,2	16,3	16,4
Mittel	15,42	**19,77**	**19,01**	**20,29**	**21,36**	**20,61**	**21,25**
Schwankungen	12,8	9,8	10,7	12,4	9,6	10,1	12,0

Witterung:

Fr. u. Vorm. schw. R. u. schw. W. M. st. R. u. mst. W. Nachm. R. u. st. W. Ab. bew. u. st. W. Um 10 U. Ab. schw. R. Den ganzen Tag bedeckt.

26. Juli.

Zeit.	Lufttemperatur.	Humoser Kalksand naß.	Humoser Kalksand feucht.	Humoser Kalksand trocken.	Torf naß.	Torf feucht.	Torf trocken.
12 Uhr	12,0	14,6	13,8	14,6	16,4	15,5	15,4
2 „	11,8	14,2	13,2	14,0	15,4	14,8	14,8
4 „	11,8	13,6	13,0	13,6	15,0	14,4	14,2
6 „	12,0	13,1	12,6	13,0	14,4	13,8	13,8
8 „	12,8	13,0	12,5	12,7	14,0	13,4	13,4
10 „	14,8	13,0	12,5	12,6	13,8	13,2	13,2
12 „	19,4	13,2	13,0	13,0	13,6	13,2	13,2
2 „	19,0	14,2	14,5	14,3	14,0	13,8	14,0
4 „	22,4	16,0	16,9	16,8	14,6	14,8	15,4
6 „	19,4	18,0	19,3	19,8	15,8	16,2	17,6
8 „	17,0	18,5	19,4	20,6	16,8	17,4	18,8
10 „	14,8	18,2	18,6	20,2	17,2	17,6	19,0
Mittel	15,60	**14,97**	**14,94**	**15,43**	**15,08**	**14,83**	**15,23**
Schwankungen	10,6	5,5	6,9	8,0	3,6	4,4	5,8

Witterung:

Bis 10 U. Vorm. bew. u. schw. R., dann bew. u. schw. W. Nachm. ver. u. schw. W. Ab. bew. u. st. W. Nachts schw. R. u. mst. W. Bis 1 U. M. bedeckt, ebenso von Ab. 6 U. 30 ab.

Versuch VI (1878).

26. Juni.

Zeit.	Lufttemperatur.	Lehm naß.	Lehm feucht.	Lehm trocken.	Quarzsand II. naß.	Quarzsand II. feucht.	Quarzsand II. trocken.
12 Uhr	14,3	19,8	18,8	21,0	18,1	19,2	20,4
2 „	12,4	18,0	16,6	16,2	16,2	17,0	17,8
4 „	11,6	16,2	14,6	16,0	14,4	15,1	15,6
6 „	19,0	14,8	13,4	14,2	13,4	13,8	14,1
8 „	20,6	15,4	15,0	15,0	15,3	15,6	14,4
10 „	23,6	18,2	19,5	19,0	20,0	19,6	17,6
12 „	25,0	21,4	24,4	24,8	23,4	23,7	21,8
2 „	25,2	23,8	27,5	27,4	24,8	26,6	25,4
4 „	25,2	25,7	29,4	29,2	26,3	28,7	27,6
6 „	23,9	26,3	29,2	29,8	26,2	28,8	28,8
8 „	19,8	25,2	27,0	28,7	24,2	26,7	27,9
10 „	15,4	22,6	22,7	24,8	21,0	22,6	24,4
Mittel	19,67	**20,62**	**21,51**	**22,17**	**20,27**	**21,45**	**21,32**
Schwankungen	13,6	11,5	16,0	15,6	12,9	15,0	14,7

Witterung:

Bis fr. 7 U. kl. dann mst. W. u. bew. Von 6 U. Ab. th. bew. u. schw. W., dann r.

27. Juni.

Zeit.	Lufttemperatur.	Lehm naß.	Lehm feucht.	Lehm trocken.	Quarzsand II. naß.	Quarzsand II. feucht.	Quarzsand II. trocken.
12 Uhr	13,3	20,8	20,0	22,0	18,8	20,4	21,6
2 „	12,4	18,3	17,2	18,6	16,2	17,4	18,4
4 „	12,0	16,4	15,2	16,2	14,4	15,4	16,2
6 „	16,6	14,6	13,5	14,2	13,2	13,9	14,2
8 „	21,0	15,0	14,7	14,8	14,8	15,3	14,4
10 „	22,6	18,0	19,4	18,8	19,8	19,5	17,6
12 „	25,3	21,4	24,5	23,7	23,8	23,8	22,0
2 „	21,6	24,2	27,8	27,8	25,3	26,4	25,8
4 „	22,7	24,7	27,4	28,0	25,1	26,8	26,4
6 „	20,4	24,2	26,3	27,4	23,5	25,6	26,4
8 „	18,2	22,7	24,0	25,6	21,4	23,4	24,8
10 „	15,6	20,8	21,2	22,6	19,0	21,0	22,3
Mittel	18,47	**20,09**	**20,93**	**21,64**	**19,61**	**20,74**	**20,84**
Schwankungen	12,3	10,1	14,3	13,8	12,1	12,9	12,2

Witterung:

Bis fr. kl. dann th. bew. Vorm. 11 U. G. M. 1—2 U. schw. R. dann th. bew. u. st. W. Ab. bew. u. r. dann ab. bew. Von 1—2 U. M. bedeckt.

28. Juni.

Zeit.	Lufttemperatur.	Lehm naß.	Lehm feucht.	Lehm trocken.	Quarzsand II. naß.	Quarzsand II. feucht.	Quarzsand II. trocken.
12 Uhr	14,2	18,6	18,4	19,7	16,6	18,2	19,4
2 „	12,0	16,0	15,6	16,4	14,0	15,0	16,2
4 „	11,1	14,6	14,0	14,8	12,8	13,6	14,7
6 „	16,0	13,0	12,5	13,1	11,7	12,4	14,0
8 „	19,5	13,6	13,7	13,8	13,8	14,1	13,2
10 „	20,7	16,2	17,4	17,0	17,8	17,8	16,0
12 „	22,2	19,0	21,5	21,1	21,2	21,6	19,8
2 „	22,9	21,8	24,8	24,8	22,9	24,6	23,1
4 „	23,0	23,3	26,3	26,4	23,8	26,0	25,2
6 „	21,0	23,4	25,8	26,7	23,0	25,4	26,0
8 „	17,5	21,8	23,4	25,0	20,4	22,7	24,5
10 „	15,8	19,6	20,4	22,0	17,8	20,0	21,8
Mittel	17,99	**18,41**	**19,48**	**20,07**	**17,98**	**19,28**	**19,49**
Schwankungen	11,9	10,4	13,8	13,6	12,1	13,6	12,8

Witterung:

Bis fr. kl. u. schw. W. Vorm. th. bew. u. st. W., ebenso Nachm. Ab. r. Gegen Mn. bew.

29. Juni.

Zeit.	Lufttemperatur.	Lehm naß.	Lehm feucht.	Lehm trocken.	Quarzsand II. naß.	Quarzsand II. feucht.	Quarzsand II. trocken.
12 Uhr	15,5	17,6	18,0	19,0	16,0	17,6	18,8
2 „	12,4	16,6	16,6	17,6	15,0	16,4	17,4
4 „	11,8	14,8	14,6	15,4	13,2	14,3	15,3
6 „	17,3	13,6	13,3	13,9	12,4	13,2	13,8
8 „	22,8	15,2	15,8	15,7	15,8	16,2	15,0
10 „	24,2	18,0	19,8	19,2	20,4	20,0	17,9
12 „	26,2	22,4	26,2	25,2	25,6	25,2	23,2
2 „	27,0	26,3	31,0	30,2	28,7	29,6	27,7
4 „	24,4	28,8	33,0	32,7	29,6	31,6	31,0
6 „	20,4	28,4	31,0	32,0	27,8	30,0	31,0
8 „	17,8	26,8	28,0	29,5	25,4	27,6	29,0
10 „	17,0	25,2	25,6	27,5	23,4	25,6	27,0
Mittel	19,73	**21,14**	**22,74**	**23,16**	**21,11**	**22,27**	**22,26**
Schwankungen	15,2	15,2	19,7	18,8	17,2	18,4	17,2

Witterung:

Kl. gegen Mg. th. bew. Vorm. kl. u. r. M. ab. bew. Um 2 U. Nachm. G. Von 5 U. 30 M. ab G.-R. u. ver. Von 3 U. 45 Nachm. ab bedeckt.

Versuch VII (1878).

18. Juli.

Zeit.	Lufttemperatur	Lehm naß.	Lehm feucht.	Lehm trocken.	Quarzsand II naß.	Quarzsand II feucht.	Quarzsand II trocken.
12 Uhr	12,0	18,4	17,0	19,4	16,0	17,0	19,0
2 „	10,6	16,0	14,3	16,0	13,8	14,2	15,8
4 „	10,4	14,2	12,6	14,0	12,0	12,6	13,8
6 „	17,8	12,4	11,2	12,0	10,8	11,2	11,8
8 „	21,4	12,9	12,7	12,7	12,9	13,4	12,3
10 „	23,8	16,9	19,0	17,7	19,5	19,2	16,5
12 „	25,9	21,2	25,4	23,6	24,8	24,6	21,8
2 „	27,4	26,0	31,2	29,8	29,0	30,1	27,2
4 „	28,0	29,0	33,8	32,8	30,9	32,8	30,9
6 „	25,4	29,9	33,1	33,5	30,2	32,5	32,6
8 „	19,4	28,2	29,4	31,4	26,7	29,0	30,9
10 „	17,0	24,8	24,6	27,0	22,6	24,8	26,8
Mittel	19,92	**20,82**	**22,02**	**22,49**	**20,77**	**21,78**	**21,62**
Schwankungen	17,6	17,5	22,6	21,5	20,1	21,6	20,8

Witterung:

Kl. u. schw. W.

19. Juli.

Zeit.	Lufttemperatur	Lehm naß.	Lehm feucht.	Lehm trocken.	Quarzsand II naß.	Quarzsand II feucht.	Quarzsand II trocken.
12 Uhr	16,0	21,3	20,2	22,2	19,0	20,4	22,2
2 „	15,5	20,5	19,0	20,2	17,9	19,2	20,7
4 „	14,4	18,4	17,2	18,6	16,2	17,2	18,6
6 „	17,2	16,6	15,4	16,5	14,6	15,4	16,4
8 „	22,4	16,6	16,3	16,5	16,0	16,6	16,1
10 „	24,4	19,2	20,4	19,8	20,6	20,7	18,8
12 „	24,4	22,2	25,2	24,0	24,6	24,8	22,5
2 „	27,0	26,0	30,2	29,0	28,4	29,5	27,0
4 „	26,9	27,9	31,4	30,9	29,0	30,5	29,5
6 „	24,1	29,6	32,2	32,7	29,4	31,6	32,1
8 „	20,8	28,0	29,3	31,0	26,4	28,8	30,6
10 „	17,2	25,0	25,0	27,3	22,7	24,8	27,1
Mittel	20,86	**22,69**	**23,48**	**24,06**	**22,07**	**23,29**	**23,47**
Schwankungen	12,6	13,0	16,8	16,2	14,8	16,2	16,0

Witterung:

Kl. u. schw. W.

20. Juli.

Zeit.	Lufttemperatur	Lehm naß.	Lehm feucht.	Lehm trocken.	Quarzsand II naß.	Quarzsand II feucht.	Quarzsand II trocken.
12 Uhr	15,8	22,2	21,4	23,6	19,8	21,4	23,4
2 „	14,4	20,0	18,9	20,5	17,6	18,8	20,4
4 „	13,4	18,3	17,1	18,2	16,2	17,0	18,2
6 „	21,8	16,8	15,7	16,6	15,0	15,6	16,4
8 „	23,4	17,3	17,2	17,0	16,9	17,5	16,6
10 „	23,2	20,0	21,4	20,6	21,3	21,4	19,5
12 „	26,0	23,0	26,2	25,1	25,6	25,6	23,2
2 „	27,4	27,6	32,3	31,2	29,7	31,0	28,6
4 „	27,1	29,7	34,2	33,4	30,8	32,9	31,6
6 „	24,0	29,4	32,2	33,2	28,6	31,4	32,3
8 „	19,7	27,2	28,7	30,8	25,1	28,0	30,4
10 „	16,7	23,0	23,0	25,4	20,2	22,6	25,2
Mittel	21,07	**22,87**	**24,02**	**24,63**	**22,23**	**23,61**	**23,82**
Schwankungen	14,0	12,9	18,5	16,8	15,8	17,3	15,9

Witterung:

Kl. Von 11 U. N. ab der Himmel leicht überzogen.

21. Juli.

Zeit.	Lufttemperatur	Lehm naß.	Lehm feucht.	Lehm trocken.	Quarzsand II naß.	Quarzsand II feucht.	Quarzsand II trocken.
12 Uhr	16,8	21,3	20,9	23,0	18,4	20,6	23,0
2 „	11,6	18,6	17,9	19,6	15,7	17,4	19,5
4 „	11,6	16,6	15,0	16,4	13,4	14,8	16,2
6 „	13,6	14,6	13,7	14,6	12,4	13,4	14,6
8 „	18,4	14,6	14,4	14,6	14,4	14,6	14,2
10 „	22,1	16,2	16,8	16,4	17,0	17,0	15,6
12 „	22,4	18,4	20,0	19,4	20,0	20,2	18,3
2 „	23,8	20,1	22,0	21,9	21,2	21,5	20,7
4 „	26,4	21,6	23,8	23,6	23,2	23,6	22,4
6 „	24,2	23,8	26,2	26,0	25,3	26,2	24,8
8 „	20,6	23,8	25,4	26,4	23,4	24,8	25,4
10 „	18,8	22,2	22,8	24,4	20,7	22,2	23,7
Mittel	19,19	**19,32**	**19,91**	**20,52**	**18,76**	**19,69**	**19,87**
Schwankungen	14,8	9,2	12,5	11,8	12,9	12,8	11,2

Witterung:

Bis fr. Himmel leicht bew. Von 8 bis 10 U. Vorm. bew. u. schw. W., dann ab. bew. Ab. kl.

Mittel sämmtlicher Beobachtungen:

Versuch IV.

	Lehm naß.	Lehm feucht.	Lehm trocken.	Quarzsand II naß.	Quarzsand II feucht.	Quarzsand II trocken.
Bodentemperatur v. 5.—14. Juni	22,08°	23,47°	24,92°	21,80°	22,59°	23,90°
Differenz:	1,39°		1,45°	0,79°		1,31°
Differenz (naß zu trocken):		— 2,84°			— 2,10°	
Temperaturschwankungen:	9,02°	12,58°	13,41°	10,49°	13,28°	11,66°.

Versuch V.

	Humoser Kalksand naß.	Humoser Kalksand feucht.	Humoser Kalksand trocken.	Torf. naß.	Torf. feucht.	Torf. trocken.
Bodentemperatur v. 21.—26. Juli	19,98°	19,99°	21,56°	19,56°	19,90°	21,17°
Differenz:	0,01°		1,57°	0,34°		1,27°
Differenz (naß zu trocken):		— 1,58°			— 1,61°	
Schwankungen:	8,38°	10,18°	13,05°	6,38°	7,28°	9,83°.

Versuch VI.

	Lehm naß.	Lehm feucht.	Lehm trocken.	Quarzsand II naß.	Quarzsand II feucht.	Quarzsand II trocken.
Bodentemperatur v. 26.—29. Juni	20,06°	21,16°	21,76°	19,74°	20,93°	20,98°
Differenz:	1,10°		0,60°	1,19°		0,05°
Differenz (naß zu trocken):		— 1,70°			— 1,24°	
Schwankungen:	11,80°	15,95°	15,45°	13,57°	14,97°	14,22°

Versuch VII.

	Lehm naß.	Lehm feucht.	Lehm trocken.	Quarzsand II naß.	Quarzsand II feucht.	Quarzsand II trocken.
Bodentemperatur v. 18.—21. Juli	21,42°	21,86°	22,93°	20,96°	22,09°	22,19°.
Differenz:	0,44°		1,07°	1,13°		0,10°
Differenz (naß zu trocken):		— 1,51°			— 1,23°	
Schwankungen:	13,15°	17,60°	16,58°	15,90°	16,98°	15,98°.

In den beiden folgenden Versuchen wurden zwischen dem nassen und trockenen Boden vier verschiedene Zwischenstufen eingeführt. Zunächst wurde die Wassermenge des gesättigten Bodens bestimmt und von dieser 80, resp. 60, 40 und 20% vier, dem Gewicht nach gleich grossen Portionen lufttrockenen Bodens durch Mischen zugeführt. Die Beobachtungen an den, mit der Kugel 10 cm unter der Oberfläche befindlichen Thermometern, lieferten die aus folgenden Tabellen ersichtlichen Resultate:

Versuch VIII (1878).

12. September.

Zeit.	Lufttemperatur.	Quarzsand II. Wassergehalt: naß.	80 % der kapillaren Sättigungskapacität	60 %	40 %	20 %	trocken.
12 Uhr	12,8	13,8	13,6	13,2	13,2	13,0	14,8
2 "	10,4	12,6	12,2	11,6	11,6	11,4	13,4
4 "	12,0	11,4	11,0	10,6	10,5	10,6	11,8
6 "	13,4	11,7	11,4	11,2	11,3	11,4	11,4
8 "	14,2	12,4	12,3	12,3	12,4	12,6	12,0
10 "	16,8	13,8	13,8	14,0	14,2	14,4	13,0
12 "	21,9	18,7	19,5	20,0	20,2	20,7	16,4
2 "	22,9	19,9	20,9	21,4	21,6	22,2	18,7
4 "	22,6	22,6	23,6	23,8	23,9	24,7	22,6
6 "	17,9	22,1	22,3	22,2	22,0	22,5	23,6
8 "	16,0	19,5	19,4	19,0	18,6	18,8	21,6
10 "	15,2	17,4	17,1	16,6	16,2	16,4	19,0
Mittel	16,34	**16,32**	**16,42**	**16,32**	**16,31**	**16,56**	**16,52**
Schwankungen	12,5	11,2	12,6	13,2	13,4	14,1	12,2

Witterung:

Nach Mn. kl. Mg. nb. Vorm. th. bew. Nachm. u. Ab. kl.

13. September.

Zeit.	Lufttemperatur.	Quarzsand II. Wassergehalt: naß.	80 % der kapillaren Sättigungskapacität	60 %	40 %	20 %	trocken.
12 Uhr	15,2	16,0	15,8	15,3	15,0	15,0	17,0
2 "	14,4	15,0	14,6	14,2	14,0	14,0	15,6
4 "	13,6	13,8	13,5	13,0	13,0	13,0	14,4
6 "	14,9	13,6	13,4	13,0	13,0	13,2	13,6
8 "	17,2	14,0	13,8	13,7	13,8	14,0	13,8
10 "	19,4	15,2	15,2	15,2	15,2	15,6	14,7
12 "	22,8	17,9	18,1	18,5	18,6	19,2	16,6
2 "	22,4	21,2	21,6	22,0	22,2	23,0	20,5
4 "	21,1	21,8	22,2	22,4	22,4	23,4	22,8
6 "	17,4	20,4	20,6	20,4	20,2	21,0	22,6
8 "	16,1	18,8	18,8	18,6	18,7	18,8	20,8
10 "	15,0	17,8	17,8	17,6	17,3	17,6	19,0
Mittel	17,46	**17,12**	**17,12**	**16,99**	**16,95**	**17,32**	**17,62**
Schwankungen	9,2	8,2	9,2	9,4	9,4	10,4	9,2

Witterung:

Fr. kl., dann th. bew. Mg. bew. u. schw. R. Vorm. ver. M. u. Nachm. schw. W. u. leicht bew. Ab. G.-R. Von 9 U. ab klar.

Von Vorm. 8 U. 45 bis 10 U. u. 6—9 U. Ab. bedeckt.

18. September.

Zeit.	Lufttemperatur.	naß.	80 %	60 %	40 %	20 %	trocken.
12 Uhr	9,4	11,5	11,0	10,8	10,6	10,7	13,2
2 "	8,6	10,0	9,6	9,2	9,0	9,0	11,0
4 "	8,2	8,6	8,2	7,8	7,6	7,6	9,4
6 "	8,0	8,0	7,6	7,2	7,1	7,1	8,4
8 "	13,9	8,4	8,2	8,1	8,1	8,3	8,0
10 "	17,6	11,8	11,8	12,0	12,3	12,8	10,1
12 "	20,8	14,8	15,0	15,4	15,6	16,5	13,0
2 "	22,6	18,7	19,4	19,8	20,2	21,3	17,6
4 "	22,7	21,6	21,8	22,2	22,6	24,0	21,4
6 "	17,2	21,0	20,8	20,8	21,0	22,3	22,5
8 "	14,5	18,8	18,2	18,0	17,9	18,7	20,9
10 "	13,6	16,4	15,8	15,2	15,2	15,7	18,4
Mittel	14,76	**14,13**	**13,95**	**13,87**	**13,93**	**14,50**	**14,49**
Schwankungen	14,7	13,6	14,2	15,0	15,5	16,9	14,5

Witterung:

Bis Mg. abw. bew. Vorm. leicht bew. u. schw. W. Ebenso Nachm. u. Ab. mit mst. W.

19. September.

Zeit.	Lufttemperatur.	naß.	80 %	60 %	40 %	20 %	trocken.
12 Uhr	15,3	14,4	13,9	13,4	13,6	14,0	16,0
2 "	15,1	13,9	13,5	13,2	13,4	13,8	15,0
4 "	15,6	13,6	13,5	13,3	13,4	14,1	14,6
6 "	15,1	13,4	13,4	13,2	13,5	14,2	14,6
8 "	15,6	13,4	13,5	13,4	13,7	14,2	14,4
10 "	18,0	15,0	15,2	15,4	15,6	16,2	15,1
12 "	13,3	15,5	15,8	15,9	16,0	16,7	16,1
2 "	13,9	14,7	14,9	14,9	14,9	15,2	15,4
4 "	14,2	14,8	15,1	15,1	15,1	15,6	15,2
6 "	12,0	14,1	14,2	14,0	14,0	14,6	15,1
8 "	11,7	12,8	12,5	12,2	12,2	12,6	14,0
10 "	11,8	12,2	11,9	11,6	11,6	12,0	12,7
Mittel	14,30	**13,98**	**13,95**	**13,80**	**13,92**	**14,43**	**14,77**
Schwankungen	6,3	3,3	3,9	4,3	4,4	4,7	3,4

Witterung:

Bew. bis fr. Mg. mst. W. u. R. Vorm. bew. u. st. W., ebenso Nachm. bis 4 U. Von da ab ver. u. r. Ab. bew.

Von 6—7 U. Mg. u. 10—2 U. Nachm. bedeckt.

Versuch IX (1879).

29. Juli.

Zeit.	Lufttemperatur.	Quarzsand II. Wassergehalt: naß.	80 % der kapillaren Sättigungskapacität	60 %	40 %	20 %	trocken.
12 Uhr	10,4	14,6	14,2	14,0	13,6	14,0	15,9
2 „	10,0	13,0	12,2	12,0	11,4	11,8	14,2
4 „	8,6	11,0	10,2	9,8	9,0	9,6	12,0
6 „	16,5	9,7	9,2	8,8	8,4	8,7	10,2
8 „	20,4	13,2	14,0	14,4	14,8	15,3	11,9
10 „	21,8	18,8	20,0	20,6	21,7	22,2	16,8
12 „	23,4	22,8	24,1	25,0	26,4	26,6	21,8
2 „	24,5	25,4	27,6	28,4	30,0	30,3	26,4
4 „	24,5	27,0	28,8	29,5	31,2	31,2	29,0
6 „	21,9	25,8	26,9	27,1	28,0	28,2	29,2
8 „	17,8	21,6	21,6	21,4	21,6	22,4	26,2
10 „	15,4	18,0	17,8	17,4	17,4	18,2	22,2
Mittel	17,93	**19,24**	**18,88**	**19,03**	**19,46**	**19,89**	**19,65**
Schwankungen	15,9	17,3	19,6	20,7	22,8	22,5	19,0

Witterung:

Kl. M. schw. W. Nachm. st. W. Ab. r.

30. Juli.

Zeit.	Lufttemperatur.	Quarzsand II. Wassergehalt: naß.	80 % der kapillaren Sättigungskapacität	60 %	40 %	20 %	trocken.
12 Uhr	12,4	15,0	14,6	14,2	14,0	14,7	18.4
2 „	10,0	13,0	12,4	12,0	11,5	12,2	15,2
4 „	8,8	11,2	10,4	10,0	9,6	10,0	13.0
6 „	18,1	10,0	9,4	9,1	8,8	9,2	11.2
8 „	20,6	13,5	14,4	15,0	15,3	15,7	12,6
10 „	24,7	20,4	22,0	22,4	24,1	24,1	18,3
12 „	27,6	25,8	27,6	29,0	30,2	30,0	24.0
2 „	29,0	29,2	32,0	33,2	34,6	34,5	29,8
4 „	27,2	31,2	33,4	34,6	36,0	36,2	33,6
6 „	23,8	28,6	29,6	30,0	30,8	31,6	33.2
8 „	21,0	25,4	26,0	26,0	26,4	27,2	30,2
10 „	18,6	22,2	22,5	22,5	22,3	23,1	26.3
Mittel	20,15	**20,46**	**21,19**	**21,50**	**21,97**	**22,37**	**22.15**
Schwankungen	20,2	21,2	24,0	25,5	27,2	27,0	22.4

Witterung:

Kl. bis Nachm. Von 4 U. ab th. bew. Von 8—10 U. bew. u. st. G.-R. Von da ab kl. Von 8—10 U. bedeckt.

31. Juli.

Zeit.	Lufttemperatur.	Quarzsand II. Wassergehalt: naß.	80 % der kapillaren Sättigungskapacität	60 %	40 %	20 %	trocken.
12 Uhr	16,8	19,0	19,0	18,4	18,2	18,8	22,4
2 „	15,8	17,4	17,1	16,8	16,5	17,0	19,8
4 „	15,0	15,8	15,3	15,2	14,8	15,2	17,2
6 „	19,8	15,1	15,0	15,9	14,7	15,0	15,8
8 „	24,0	17,9	19,2	19,6	19,9	20,0	17,4
10 „	26,4	22,8	24,3	25,5	26,4	26,1	21,4
12 „	28,6	27,0	29,2	30,6	31,6	31,0	26,4
2 „	26,4	28,0	30,2	31,2	32,0	32,0	30,0
4 „	29,2	29,6	32,0	33,2	34,1	33,6	31,6
6 „	26,5	29,6	31,2	32,0	32,5	32,4	32,6
8 „	20,3	26,6	26,6	27,0	27,4	27,8	30,6
10 „	18,3	23,0	22,3	23,3	22,4	23,2	27,0
Mittel	22,26	**22,65**	**23,77**	**23,90**	**24,21**	**24,34**	**24,35**
Schwankungen	14,2	14,5	17,0	18,2	19,4	18,6	16,8

Witterung:

Fr. Kl. u. r. Vorm. kl. u. schw. W. M. th. bew. Ab. kl.

1. August.

Zeit.	Lufttemperatur.	Quarzsand II. Wassergehalt: naß.	80 % der kapillaren Sättigungskapacität	60 %	40 %	20 %	trocken.
12 Uhr	17,0	20,0	19,2	19,2	19,0	19,0	22.2
2 „	16,7	18,0	17,7	17,6	17,9	17,8	20.4
4 „	15,6	16,6	15,6	15,6	15,2	16,0	18.2
6 „	18,2	15,6	15,2	15,2	15,0	15,4	16.7
8 „	25,7	17,8	18,8	19,2	19,4	19,4	17,4
10 „	27,8	22,9	25,4	26,2	26,8	26,2	21,7
12 „	29,5	27,6	30,8	32,2	32,6	32,0	26.7
2 „	30,8	30,4	34,2	35,8	36,2	35,8	31.8
4 „	29,1	32,0	35,6	37,4	37,8	37,5	34.8
6 „	27,0	30,4	32,4	33,8	33,8	34,0	35,0
8 „	25,1	27,5	28,1	29,1	29,0	29,8	31.9
10 „	23,0	24,3	23,8	24,4	24,2	25,6	28.8
Mittel	23,79	**23,59**	**24,73**	**25,56**	**25,57**	**25,71**	**25.47**
Schwankungen	15,2	16,4	20,4	22,2	22,8	22,1	18.3

Witterung:

Fr. kl. u. schw. W. Gegen M. th. bew. u. mst. W. Nachm. ab. bew. u. r. Ab. kl.

2. August.

Zeit.	Luft-temperatur.	Quarzsand II. Wassergehalt naß.	80 %	60 %	40 %	20 % der kapillaren Sättigungskapacität.	trocken.
12 Uhr	18,4	21,2	20,4	20,6	20,4	21,3	24,8
2 „	17,4	19,2	18,2	18,4	18,2	19,0	21,9
4 „	16,8	17,6	17,0	17,0	16,8	17,4	19,4
6 „	21,8	16,7	16,4	16,6	16,4	16,8	18,2
8 „	27,1	20,0	21,9	22,6	22,8	22,6	19,8
10 „	28,3	25,0	28,0	28,7	29,2	28,8	24,2
12 „	29,8	28,3	31,2	32,4	32,6	32,1	28,5
2 „	30,9	31,0	35,4	36,8	37,2	36,7	32,7
4 „	31,4	33,0	37,0	38,4	38,8	38,5	36,0
6 „	28,6	32,0	34,8	36,2	36,2	36,0	36,4
8 „	23,8	28,4	29,2	30,2	30,0	30,4	34,0
10 „	22,0	24,6	24,6	25,1	25,0	25,8	30,0
Mittel	24,69	24,75	26,17	26,92	26,97	27,12	27,16
Schwankungen	14,6	16,3	20,6	21,8	22,4	21,7	18,2

Witterung:

Kl. u. schw W.

3. August.

Zeit.	Luft-temperatur.	Quarzsand II. Wassergehalt naß.	80 %	60 %	40 %	20 % der kapillaren Sättigungskapacität.	trocken.
12 Uhr	19,3	21,6	21,2	21,3	21,2	22,1	25,6
2 „	16,4	19,6	18,6	18,6	18,6	19,4	22,6
4 „	19,1	18,0	17,2	17,3	17,1	17,8	20,2
6 „	21,8	16,4	15,8	15,9	15,6	16,2	17,8
8 „	25,2	19,2	20,9	21,2	21,4	21,3	18,8
10 „	27,8	24,2	27,2	27,4	27,8	27,3	23,1
12 „	30,7	28,6	32,4	33,2	33,3	32,6	28,4
2 „	31,6	30,8	35,8	36,5	36,8	36,3	32,8
4 „	30,0	31,8	36,4	37,2	37,4	37,0	35,2
6 „	26,6	29,4	32,2	32,8	32,8	33,0	34,8
8 „	23,2	25,8	27,2	27,8	27,8	28,4	31,8
10 „	19,0	22,3	22,6	23,2	23,1	23,9	27,8
Mittel	24,22	23,97	25,62	26,03	26,09	26,27	26,57
Schwankungen	15,2	15,4	20,6	21,3	21,8	20,8	17,4

Witterung:

Fr. kl. u. r. Vorm. schw. W. M. mst. W. Nachm. st. W. Von 6 U. ab bew.

Mittel sämmtlicher Beobachtungen:

Versuch VIII.

	Quarzsand II naß.	80 %	60 %	40 % Wassergehalt.	20 %	trocken.
Bodentemperatur vom 12.—19. Septbr.	15,39°	15,36°	15,24°	15,28°	15,70°	15,85°
Schwankungen:	9,07°	9,97°	10,47°	10,67°	11,52°	9,82°

Versuch IX.

	Quarzsand II naß.	80 %	60 %	40 % Wassergehalt.	20 %	trocken.
Bodentemperatur vom 29. Juli bis 3. Aug.	22,44°	23,39°	23,82°	24,04°	24,12°	24,22°
Schwankungen:	16,85°	20,36°	21,62°	22,73°	22,12°	18,68°

Versuchsreihe II.

Einfluß des Wassers auf die Bodentemperatur während des Herbstes.

Versuch X (1876).

Zeit.	24. October. Luft-temperatur.	Lehm		Quarzsand		Torf		25. October. Luft-temperatur.	Lehm		Quarzsand		Torf	
		naß.	trocken.	naß.	trocken.	naß.	trocken.		naß.	trocken.	naß.	trocken.	naß.	trocken.
12 Uhr	2,5	5,1	5,0	4,6	5,3	6,2	2,5	5,4	5,7	6,0	5,8	6,3	5,8	6,2
2 „	4,7	4,5	4,0	4,1	4,2	5,5	4,7	5,4	5,5	5,8	5,5	6,0	5,8	6,2
4 „	5,2	4,3	4,0	4,1	4,0	5,2	5,2	5,4	5,3	5,5	5,4	5,7	5,7	6,0
6 „	5,6	4,3	4,0	4,2	4,0	5,0	5,6	5,2	5,3	5,4	5,3	5,6	5,6	5,9
8 „	6,0	4,5	4,4	4,4	4,4	4,8	6,0	5,6	5,3	5,4	5,3	5,5	5,5	5,8
10 „	6,9	4,8	4,8	4,9	4,8	4,8	6,9	6,8	5,3	5,3	5,3	5,5	5,4	5,7
12 „	7,4	5,1	5,2	5,4	5,4	5,0	7,4	6,5	5,3	5,5	5,5	5,6	5,4	5,7
2 „	7,8	5,7	6,0	6,2	6,2	5,4	7,8	6,5	5,5	5,6	5,6	5,8	5,4	5,8
4 „	6,8	6,2	6,7	6,6	7,0	6,0	6,8	5,9	5,7	5,7	5,7	5,9	5,6	5,9
6 „	6,3	6,2	6,8	6,5	7,2	6,4	6,3	5,3	5,7	5,8	5,6	5,9	5,6	5,8
8 „	6,2	6,1	6,6	6,4	7,0	6,6	6,2	5,3	5,5	5,6	5,6	5,8	5,5	5,8
10 „	5,4	5,9	6,3	6,0	6,6	6,6	5,4	5,3	5,4	5,5	5,5	5,7	5,5	5,7
Mittel	5,90	5,22	5,32	5,28	5,51	5,62	5,90	5,72	5,46	5,59	5,51	5,77	5,57	5,87
Extreme	5,3	1,9	2,8	2,5	3,2	1,8	5,3	1,6	0,4	0,7	0,5	0,8	0,4	0,5

24. October. Witterung: Nb. u. schw. W. Ab. mst. W.

25. October. Witterung: Von Mn. ab r. u. bew. Fr. nb. u. schw. R. bis Ab. dann, nb.

Zeit.	26. October. Luft-temperatur.	Lehm naß.	Lehm trocken.	Quarzsand naß.	Quarzsand trocken.	Torf naß.	Torf trocken.	27. October. Luft-temperatur.	Lehm naß.	Lehm trocken.	Quarzsand naß.	Quarzsand trocken.	Torf naß.	Torf trocken.
12 Uhr	5,2	5,3	5,4	5,4	5,6	5,4	5,6	6,0	5,3	5,5	5,4	5,6	5,2	5,6
2 „	5,2	5,3	5,3	5,3	5,5	5,4	5,6	6,0	5,3	5,6	5,4	5,6	5,2	5,6
4 „	5,0	5,3	5,2	5,2	5,4	5,4	5,6	5,7	5,3	5,6	5,4	5,6	5,2	5,6
6 „	4,7	5,2	5,2	5,2	5,3	5,3	5,4	5,4	5,3	5,6	5,4	5,6	5,3	5,6
8 „	5,1	5,1	5,0	5,0	5,2	5,2	5,4	6,0	5,3	5,4	5,4	5,6	5,3	5,6
10 „	5,2	5,1	5,0	5,0	5,2.	5,1	5,3	8,1	5,5	5,6	5,8	5,8	5,3	5,6
12 „	6,1	5,1	5,0	5,0	5,2	5,1	5,2	8,6	5,9	6,0	6,3	6,2	5,4	5,8
2 „	6,8	5,1	5,1	5,1	5,2	5,1	5,2	9,9	6,9	7,4	7,5	7,6	5,8	6,4
4 „	6,4	5,3	5,4	5,4	5,5	5,2	5,4	8,4	7,5	8,4	8,0	8,5	6,2	7,0
6 „	6,0	5,3	5,4	5,4	5,6	5,2	5,4	7,2	7,5	8,4	7,6	8,7	6,6	7,4
8 „	6,0	5,3	5,4	5,4	5,6	5,2	5,4	6,4	7,3	8,0	7,3	8,4	6,7	7,6
10 „	6,0	5,3	5,5	5,4	5,6	5,2	5,5	5,3	6,9	7,2	6,8	7,6	6,7	7,6
Mittel	5,64	5,22	5,24	5,23	5,41	5,23	5,42	6,92	6,17	6,56	6,36	6,73	5,74	6,29
Extreme	2,1	0,2	0,5	0,4	0,4	0,3	0,4	4,6	2,2	3,0	2,6	3,1	1,5	2,0

26. October. Witterung: N. schw. W. u. schw. R. Vorm. nb. Von M. ab. bew.

27. October. Witterung: Von Mn. ab bew. Fr. schw. W. Vorm. ver. Von 11 U. ab bew. u. schw. W. bis 2 U. Nachm., dann ab. bew. u. kl. Von 3 U. 30 M. ab bew. u. schw. W.

28. October.

Zeit.	Luft-temperatur.	Lehm		Quarzsand		Torf	
		naß.	trocken.	naß.	trocken.	naß.	trocken.
12 Uhr	4,2	6,5	6,7	6,4	7,1	6,6	7,2
2 "	2,6	5,9	5,9	5,6	6,3	6,4	7,0
4 "	2,8	5,1	4,8	4,6	5,3	6,0	6,3
6 "	3,0	4,5	4,2	4,0	4,6	5,6	5,6
8 "	3,8	4,1	3,7	3,8	4,0	5,1	5,2
10 "	6,0	3,9	3,6	3,8	3,8	4,8	4,8
12 "	6,8	4,5	4,4	4,7	4,6	4,7	4,8
2 "	6,4	5,3	5,6	5,6	5,7	4,8	5,1
4 "	5,9	5,4	5,9	5,6	6,1	5,0	5,4
6 "	5,4	5,3	5,8	5,4	6,1	5,1	5,4
8 "	4,8	5,1	5,5	5,0	5,8	5,1	5,4
10 "	4,4	4,9	5,1	4,8	5,4	5,0	5,4
Mittel	4,67	5,04	5,10	4,94	5,40	5,35	5,63
Extreme	4,2	2,6	3,1	2,6	3,3	1,9	2,4

Witterung:

Von Mn. ab th. kl. th. bew. Von 2 U. ab r. u. nb. Von Mg. ab nb. M. bew. u. schw. W., dann r.

29. October.

Zeit.	Luft-temperatur.	Lehm		Quarzsand		Torf	
		naß.	trocken.	naß.	trocken.	naß.	trocken.
12 Uhr	4,3	4,9	4,8	4,5	5,0	4,8	5,2
2 "	4,2	4,6	4,4	4,3	4,8	4,7	5,1
4 "	4,1	4,3	4,2	4,0	4,6	4,6	5,0
6 "	4,0	4,1	4,0	4,0	4,4	4,5	4,8
8 "	4,2	4,0	3,9	3,8	4,2	4,4	4,6
10 "	5,2	3,9	3,9	3,9	4,0	4,2	4,4
12 "	6,1	4,3	4,3	4,4	4,5	4,2	4,4
2 "	7,4	4,7	5,0	5,0	5,2	4,4	4,8
4 "	6,4	5,3	5,7	5,6	5,9	4,6	5,2
6 "	5,6	5,3	5,8	5,6	6,1	4,9	5,4
8 "	5,2	5,3	5,6	5,4	6,0	5,0	5,6
10 "	5,0	5,1	5,4	5,1	5,6	5,0	5,5
Mittel	5,14	4,65	4,75	4,63	5,02	4,61	5,00
Extreme	3,4	1,4	1,9	1,8	2,1	0,8	1,2

Witterung:

Von Mn. ab bew. Fr. nb. Vorm. bew. M. nb. Nachm. bis Ab. bew.

Mittel sämmtlicher Beobachtungen:

Versuch X.

	Lehm.		Quarzsand.		Torf.	
	naß.	trocken.	naß.	trocken.	naß.	trocken.
Bodentemperatur vom 14.—29. Octbr.	5,29°	5,43°	5,32°	5,62°	5,35°	5,68°
Differenz (naß zu trocken):	—0,14°		—0,30°		—0,33°	
Temperaturschwankungen:	1,45°	2,00°	1,73°	2,15°	1,11°	1,96°
Differenz (naß zu trocken):	—0,55°		—0,42°		—0,85°.	

Aus den in vorstehenden Tabellen mitgetheilten Tagesmitteln und Mitteln der einzelnen Versuchsperioden ergiebt sich in vollkommen übereinstimmender Weise der Satz:

Der Boden ist im Allgemeinen während der Vegetationszeit durchschnittlich um so kälter, je mehr Wasser er enthält. Bezüglich der Durchschnittstemperaturen stimmen demnach die Resultate dieser Versuche mit denen der bereits früher veröffentlichten im Wesentlichen überein. Betrachtet man jedoch die Schwankungen der Temperatur und den Stand der letzteren zu den verschiedenen Tageszeiten, so ergeben sich mannigfache Eigenthümlichkeiten, welche sich weder mit den übrigen in der ersten Mittheilung über vorliegende Frage gezogenen Schlußfolgerungen ohne Weiteres vereinigen, noch in präciser Form vorerst zum Ausdruck

bringen lassen. Dazu kommt, daß auch die Temperaturunterschiede des Bodens bei verschiedenem Wassergehalt manche scheinbar ungesetzmäßige Abweichungen von einander zeigen. Ehe an eine Erklärung der angedeuteten Erscheinungen herangetreten wird, wird es sich als nothwendig erweisen, an der Hand der bisher ermittelten Thatsachen die Veränderungen näher festzustellen, welche die einzelnen, bei der Erwärmung in Betracht kommenden Eigenschaften des Bodens unter dem Einfluß des Wassers erleiden.

Zunächst ist hierbei zu berücksichtigen, daß mit der Vermehrung des Wassergehaltes die Wärmekapacität des Bodens in entsprechender Weise erhöht wird, weil die spezifische Wärme des Wassers (= 1) bedeutend größer ist, als die des trockenen Erdbodens (0,2—0,43 bezogen auf das Volumen)[1]. Bei gleicher Wärmezufuhr beansprucht demnach die Feuchtigkeit der Erde eine größere Wärmemenge, um ihre Temperatur zu erhöhen, als die festen Bestandtheile des Bodens[2]. Aus diesem Grunde wird sich der Boden in um so geringerem Grade zu erwärmen vermögen, je größere Mengen von Wasser er einschließt. Ebenso ist der Boden je größer seine spezifische Wärme, um so weniger geeignet, den Temperaturschwankungen zu folgen, wie sie die verschiedenartige Bestrahlung herbeizuführen bestrebt ist.

Auch die Beschaffenheit der Erdoberfläche, von welcher die Absorption der Sonnenstrahlen abhängig ist, erleidet durch die Feuchtigkeit mannigfache für die Temperaturverhältnisse des Bodens wichtige Veränderungen. So lange sich die Oberfläche feucht erhält, ist dieselbe nicht unbeträchtlich dunkler gefärbt, und absorbirt und emittirt sie deshalb die Wärme in viel höherem Grade[3], als im abgetrockneten Zustande. Zieht man in Betracht, daß die Durchschnittstemperatur während der wärmeren Jahreszeit bei dunkler Farbe der Oberfläche höher ist, als bei heller[4], so wird auf eine stärkere Erwärmung des oberflächlich

---

[1]) *A. von Liebenberg*, Untersuchungen über die Bodenwärme. Habilitationsschrift. Halle. 1875. S. 25.

[2]) *A. R. von Schwarz*, Vergleichende Versuche über die physikalischen Eigenschaften verschiedener Bodenarten. Erster Bericht über Arbeiten d. k. k. landw.-chemischen Versuchsstation in Wien. Wien. 1878. S. 54 u. ff.

[3]) *A. von Liebenberg*, a. a. O. — *C. Lang*, Ueber Wärme-Absorption und Emission des Bodens. Diese Zeitschrift. Bd. I. 1878. S. 379.

[4]) *E. Wollny*, Untersuchungen über den Einfluß der Farbe des Bodens auf dessen Erwärmung. Diese Zeitschrift. Bd. I. 1878. S. 43 u. ff.

feuchten Bodens geschlossen werden dürfen. Die Wirkung der Farbe in bezeichneter Richtung macht sich jedoch nicht bemerkbar, weil sie aufgehoben wird durch den stärkeren Wärmeverbrauch, in Folge der an der Oberfläche des Bodens stattfindenden Verdunstung. Je mehr der Boden die Fähigkeit besitzt, das verdunstete Wasser auf kapillarem Wege zu ersetzen, je länger sich die Oberfläche feucht erhält, um so größer ist die durch die Verdunstung des Wassers latent werdende Wärmemenge. Deshalb wird der nasse Boden, welcher sich während des ganzen Jahres bis zur Oberfläche feucht erhält, sich niemals in seinen obersten Schichten so stark erwärmen können, als der trockene.

Für die Temperaturverhältnisse des Bodens ist die Verdunstung des Wassers überhaupt von hervorragender Wichtigkeit, weil der dadurch bedingte Wärmeverbrauch ein sehr beträchtlicher ist. Letzterer wächst mit der Menge des vom Boden eingeschlossenen Wassers, da die Verdunstung mit der Wassermenge steigt[1]). Indessen bleibt hierbei zu berücksichtigen, daß die Verdunstung des Wassers aus dem Boden durch oberflächliche Abtrocknung bedeutend vermindert wird[2]), und zwar in um so stärkerem Grade, je trockener die oberste Bodenschicht wird. Deshalb werden in dem nur theilweise mit Wasser erfüllten feuchten Boden, welcher bei warmer, regenloser und windiger Witterung den an der Oberfläche stattgehabten Verlust von unten her nicht zu decken vermag, zur Erhöhung der Temperatur unter sonst gleichen Verhältnissen größere Mengen von Wärme disponibel sein, als bei nasser Beschaffenheit desselben.

In sehr ausgesprochener Weise macht das Wasser seinen Einfluß auf die Wärmeleitung des Bodens geltend. Der Boden leitet die Wärme im nassen und feuchten Zustande besser, als im trockenen[1]), weil in jenem die zwischen den Bodenpartikelchen befindlichen Hohlräume vollständig oder zum Theil mit dem im Vergleich zu der in den Bodenporen des trockenen Bodens enthaltenen Luft besseren Wärmeleiter, dem Wasser, ausgefüllt sind.

Die Wärmevertheilung im Boden ist ferner von der Circulation des Wassers[2]) in demselben abhängig. Wird das Wasser durch kapil-

[1]) *A. von Littrow*, a. a. O. — *F. Haberlandt*, Ueber die Wärmeleitung im Boden. Wissenschaftlich-praktische Untersuchungen auf dem Gebiete des Pflanzenbaues. Bd. I. Wien. 1875. S. 33—63. — *E. Pott*, Untersuchungen, betreffend die Fortpflanzung der Wärme im Boden durch Leitung. Die Versuchsstationen. XX. Bd. 1877. S. 273—355.

[2]) *A. Mayer*, Lehrbuch der Agrikulturchemie. Bd. II. 1871. S. 121.

lare Kräfte festgehalten, wie bei nur feuchter Beschaffenheit der Ackererde, so wird allerdings keine Bewegung desselben eintreten können; dagegen wird sich eine solche in dem nassen Boden, wo das Wasser zu circuliren vermag, in dem Falle bemerkbar machen müssen, wenn in den oberen Schichten bei sinkender Temperatur, oder bei Wärmestrahlung während der Nacht, bei starker Verdunstung in Folge heftiger Luftbewegungen das Bodenwasser eine Abkühlung erfährt, weil die erkalteten Flüssigkeitstheilchen dadurch die Tendenz erhalten, ihren Ort mit tiefer liegenden wärmeren auszutauschen[1]). Eine derartige, für die Erwärmung der einzelnen Bodenschichten nicht unwesentliche Bewegung des Wassers wird nicht hervorgerufen werden können, wenn die oberen Bodenschichten sich durch Bestrahlung stark erwärmen, denn hier befinden sich die wärmeren und deshalb leichteren Wassertheilchen in den oberen, die kälteren, schwereren in den unteren Bodenschichten und eine Störung ihrer Gleichgewichtslage ist daher unmöglich.

Ob die geschilderte Circulation des Wassers eine bedeutende Temperaturdifferenz zwischen dem nassen und trockenen Boden unter den angegebenen Bedingungen hervorzurufen vermag, ist eine Frage, welche entschieden verneint werden muß, denn bei eintretender Erkaltung der äußeren atmosphärischen Luft wird diese das Bestreben erhalten sich mit der wärmeren, leichteren, in den Poren des trockenen Bodens eingeschlossenen Luft in das Gleichgewicht zu setzen, sie wird letztere zum Theil verdrängen und damit eine Abkühlung der tieferen Bodenschichten herbeiführen. Da diese Circulation der Luft aus leicht erklärlichen Gründen gleichzeitig mit der des Bodenwassers erfolgt, so wird in dieser Hinsicht eine bedeutende Temperaturdifferenz zwischen dem nassen und trockenen Boden nicht in die Erscheinung treten können, nur bei sehr starker Abkühlung der Atmosphäre wird, wie die oben mitgetheilten Zahlen darthun, die Bewegung der Luft eine stärkere Wirkung auf die Bodentemperatur ausüben, als die des Wassers.

Aus dieser Darlegung der Modificationen, welchen die einzelnen, die Temperatur der Ackererde beherrschenden Eigenschaften der letzteren unter dem Einfluß des Wassers unterworfen sind, geht wohl zur Genüge

[1]) Dies gilt selbstverständlich nur bis zu einer Abkühlung von 4° C., weil das Volumen des Wassers von da ab abwärts wieder zunimmt.

hervor, daß die in fraglicher Richtung auftretenden Erscheinungen aus einer Complication verschiedener theils sich unterstützender, theils gegenseitig authebender Ursachen herrühren und deshalb nicht aus einer einzigen Ursache erklärt werden können. Eine richtige Interpretation der in obigen Zahlentabellen enthaltenen Thatsachen hat daher zur nothwendigen Voraussetzung die Berücksichtigung aller, in jedem einzelnen Fall einschlagenden Verhältnisse. Verfährt man in solcher Weise, so dürfte es nicht schwer sein, die Ergebnisse vorliegender Versuche zu deuten und aus denselben allgemein giltige Schlußfolgerungen abzuleiten, zumal die Wirkung der isolirten Faktoren mit hinreichender Sicherheit, wie dargethan, bekannt ist.

In dem nassen und feuchten Boden stehen, im Vergleich zu dem trockenen, der besseren Wärmeleitung und der durch die dunklere Färbung der Oberfläche bedingten höheren Erwärmungsfähigkeit die stärkere Erkaltung in Folge der Verdunstung und die höhere spezifische Wärme gegenüber. Der Einfluß, den diese in entgegengesetzter Richtung wirkenden Faktoren ausüben, ist ganz davon abhängig, in welcher Weise die äußeren Umstände dem einen oder anderen das Uebergewicht verschaffen. Die der Erwärmung des nassen und feuchten Bodens günstigen Faktoren können so lange nicht zur Geltung gelangen, als an der Oberfläche des Bodens eine starke Verdunstung stattfindet. Je größer die verdunsteten Wassermengen sind, um so mehr wird der Effekt jener Einflüsse verdeckt und umgekehrt. Es erklärt sich hieraus die in den Versuchen *Haberlandt's* und denen des Referenten constatirte Thatsache, dass die Temperaturdifferenz zwischen dem nassen und feuchten Boden mit der Verdunstung und der diese beherrschenden Temperatur und Windstärke steigt und fällt und daher im Sommer (Versuch I—IX) und bei heftigen Luftbewegungen und niedriger Luftfeuchtigkeit am größten ist, während sie in der kälteren Jahreszeit (Versuch X)[1]) und bei ruhigen Zuständen der Atmosphäre geringer wird, oder ganz verschwindet. Diese Gesetzmäßigkeiten, für welche die sämmtlichen mitgetheilten Versuchsresultate vollgiltige Beweise liefern, lassen sich nicht allein an den täglichen Durchschnittstemperaturen und denen größerer Zeitabschnitte nachweisen, sondern auch an dem Gange der Temperatur während verschie-

[1]) Vergl. auch in den *Haberlandt'*schen Versuchen die Temperaturangaben in den Monaten März und April.

dener Tageszeiten. Zur Zeit des täglichen Maximums der Bodentemperatur ist der Unterschied in der Temperatur zwischen dem nassen und trockenen Boden zu Ungunsten des ersteren am größten, weil zu dieser Zeit die stärkste Verdunstung stattfindet, zur Zeit des Temperaturminimums ist er am geringsten, weil die Verdunstung gering ist. Ob nun zu letzterem Termin ein Ausgleich in den Temperaturen eintritt, oder der nasse Boden kälter oder wärmer ist, als der trockene, hängt von äußeren Umständen ab. Sobald die betheiligten Factoren in's Gleichgewicht kommen, ist fragliche Temperaturdifferenz gleich Null. Ist die Luft verhältnißmäßig warm, oder stärker bewegt, so sinkt die Temperatur des nassen Bodens, wegen stärkerer Verdunstung, unter die des trockenen. Letzterer ist zur Zeit des Temperaturminimums kälter, als ersterer, wenn die atmosphärische Luft stark abkühlte und, wie oben beschrieben, die wärmere, vom trockenen Boden eingeschlossene Luft verdrängte. Auf diesen Ursachen mag das verschiedene Verhalten des nassen und trockenen Bodens in den ersten Morgenstunden, wie es die mitgetheilten Zahlen nachweisen, beruhen.

Einen von dem nassen Boden zum Theil abweichenden Gang der Temperatur zeigt der nur zum Theil mit Wasser erfüllte feuchte Boden. So lange als letzterer sich in den obersten Schichten feucht erhält und noch größere Mengen von Wasser aus ihm verdunsten, nähert er sich in seinen Temperaturverhältnissen dem nassen Boden, seine Durchschnittstemperatur ist aber im Allgemeinen eine etwas höhere als die des letzteren, wegen der geringeren Verdunstung. Trocknen aber die obersten Parthieen des feuchten Bodens ab, in einem solchen Grade, daß dadurch die Verdunstung bedeutend herabgedrückt wird, so kommt die bessere Wärmeleitung zur vollen Geltung und der feuchte Boden erwärmt sich bei höherer Temperatur durchschnittlich annähernd oder ebenso stark als der trockene (vergl. Versuch II—IV, Versuch VI. VII [Quarzsand], Versuch VIII. IX). Die hier geschilderten Verhältnisse treten namentlich im Versuch IV sehr deutlich hervor. In den ersten Tagen, wo der feuchte Boden noch größere Mengen von Wasser verdunstete, war die Temperaturdifferenz zwischen dem feuchten und dem trockenen Boden noch sehr beträchtlich, sie wurde dann immer geringer, weil sich im weiteren Verlauf des Versuchs die Wasserverdunstung verminderte und dem entsprechend die höhere Wärmeleitung zur Wirksamkeit gelangte.

Letztere kann schließlich in einzelnen Fällen derart überwiegen, daß der Boden im feuchten Zustande durchschnittlich wärmer wird, als der trockene (vergl. in *Haberlandt's* Versuchen die im März bei dem Sande gewonnenen Resultate). In der Mehrzahl der Fälle, so in sämmtlichen Versuchen des Referenten, steht jedoch die Durchschnittstemperatur des feuchten Bodens immer etwas tiefer, als die des trockenen, wenn auch die bezüglichen Differenzen unter Umständen außerordentlich klein werden können (Versuch II u. III). Die Ursache hiervon ist in der höheren Wärmekapacität des feuchten Bodens gegenüber dem trockenen sowohl, als auch darin zu suchen, daß der höheren Erwärmung des ersteren während der stärksten Bestrahlung eine größere Abkühlung während der Nacht entspricht. Hat die Verdunstung in dem feuchteh Boden nachgelassen, so erhebt sich die Temperatur desselben zur Zeit des Maximums über die des trockenen Bodens und sinkt dann während der nächtlichen Strahlung unter die des letzteren häufig sehr erheblich herab, ein deutlicher Beweis für die unter den angegebenen Bedingungen im Vergleich zum trockenen Boden bedeutend größere Wärmeleitungsfähigkeit des feuchten. Letztere documentirte sich überdies durch die außerordentlichen Schwankungen der Temperatur, die, wie obige Zahlen zeigen, unter der bezeichneten Voraussetzung nicht unwesentlich bedeutender sind als bei nasser und trockener Beschaffenheit des Bodens.

Sehr eclatante Belege für die hier zuletzt geschilderten Erscheinungen, weisen im Versuch II die Beobachtungen vom 2. 3. 7. und 8. Juli, ferner die Versuche IV, VI, VII, VIII und IX nach, ebenso giebt die graphische Darstellung des Ganges der Temperatur am 11. und 12. Juni, Versuch IV (1877) auf Tafel I ein anschauliches Bild von den einschlagenden Verhältnissen.

Was die übrigen aus vorliegenden Untersuchungen abzuleitenden Schlußfolgerungen betrifft, so sei zunächst der Vollständigkeit wegen darauf hingewiesen, daß der in den oberen Schichten stark ausgetrocknete feuchte Boden ebenso wie zur Zeit der niedrigsten Temperatur am Tage auch in allen Perioden mit stark sinkender Temperatur kälter wie der nasse und trockene Boden ist, so z. B.: am 21., 25. und 26. Juli 1877 (Versuch V), am 13., 18. u. 19. September 1878 (Versuch VIII). Die Regel, daß der Boden im Allgemeinen um so wärmer ist, je weniger Wasser er enthält, erleidet demnach unter gewissen Umständen einige Ausnahmen.

Nicht unbeachtet kann es ferner bleiben, daß die Wirkung des Wassers auf die Erwärmung bei den verschiedenen Bodenarten sich zwar in derselben Richtung äußert, aber dem Grade nach verschieden ist, je nach der Fähigkeit das Wasser kapillar an die Oberfläche zu leiten oder je nach der Menge der vorhandenen Feuchtigkeit. So ist z. B. die Durchschnittstemperatur des feuchten Torfs und Kalksandes in Versuch V, die des feuchten Lehms in Versuch VII wenig verschieden von derjenigen derselben Böden im nassen Zustande, weil in diesen Erdarten der Boden wegen der guten kapillaren Leitung und hohen Wasserkapacität sich längere Zeit in den oberen Schichten feucht erhält, während die Temperaturdifferenz zwischen dem feuchten und nassen Quarzsand in den Versuchen VI und VII sehr groß ist, weil diese Bodenart oberflächlich sehr schnell austrocknet und ihre Erwärmungsfähigkeit dadurch aus den mehrfach angeführten Gründen befördert wird[1]).

Die mitgetheilten Versuche haben, worauf noch schließlich hingewiesen sein mag, den Nachweis geliefert, daß es unbedingt nothwendig ist, um den Gang der Temperatur in den obersten Bodenschichten genau festzustellen und eine brauchbare Mitteltemperatur zu erhalten, die Temperaturablesungen mindestens alle zwei Stunden vorzunehmen, weil sonst leicht wichtige Details sich der Beobachtung vollständig entziehen.

Versuchsreihe III.

Einfluß des Wassers auf die Bodentemperatur während des Winters.

In den folgenden Versuchen handelte es sich hauptsächlich darum, die Wirkung des Wassers im gefrorenen Zustande auf die Bodentemperatur kennen zu lernen[2]).

Die Versuche wurden nach demselben Verfahren durchgeführt wie in

[1]) Die Resultate der Versuche IV und VI (Lehm) liefern ein scheinbar anderes Resultat. Indessen sind die betreffenden Abweichungen darauf zurückzuführen, daß der feuchte Lehm in diesen Versuchen aus Versehen etwas geringere, der Quarzsand (Versuch IV) etwas größere Wassermengen erhalten hatte, als in den übrigen.

[2]) Mehrere zu dem Zweck unternommene Versuche, die Erscheinung der sogenannten Unterkühlung*) an dem vom Boden kapillarisch festgehaltenen Wasser zu beobachten, mußten wieder aufgegeben werden, weil sich der Aggregatzustand des Wassers bei Temperaturen unter Null nicht mit Sicherheit feststellen ließ.

*) *A. Mousson. Poggendorff*'s Annalen. Bd. 105. S. 161. Vergl. ferner: *Dufour*, Ibid. Bd. 114. S. 530.

den übrigen Versuchsreihen. Die Ablesungen wurden erst dann begonnen, nachdem der Boden der Frostwirkung 24 Stunden ausgesetzt gewesen war.

Die nachfolgenden Tabellen enthalten die Beobachtungsresultate. Auf Taf. II sind die zweistündlichen Mittel aus Versuch XI (Quarzsand) graphisch dargestellt.

Versuch XI (1878).

27. Januar. (In 10 cm. Tiefe.) 28. Januar.

Zeit.	Luft-temperatur.	Lehm			Quarzsand II			Luft-temperatur.	Lehm			Quarzsand II		
		naß.	feucht.	trocken.	naß.	feucht.	trocken.		naß.	feucht.	trocken.	naß.	feucht.	trocken.
12 Uhr	-7,0	-0,2	0,0	-3,4	-0,2	0,2	-3,8	-7,6	-0,3	0,0	-4,0	-0,5	-4,0	-4,6
2 „	-7,4	-0,2	0,0	-4,1	-0,2	0,2	-4,4	-7,0	-0,4	-0,2	-4,6	-0,7	-4,4	-5,0
4 „	-6,5	-0,2	0,0	-4,4	-0,2	0,0	-4,9	-5,7	-0,5	-0,8	-5,0	-1,0	-4,8	-5,5
6 „	-6,0	-0,2	0,0	-5,0	-0,2	-0,2	-5,4	-6,5	-0,7	-1,4	-5,2	-1,4	-5,0	-5,7
8 „	-6,0	-0,2	0,0	-5,1	-0,2	-1,6	-5,6	-6,6	-1,2	-1,9	-5,4	-2,0	-5,0	-5,8
10 „	-4,0	-0,2	0,0	-5,2	-0,2	-2,6	-5,6	-3,8	-2,0	-2,4	-5,6	-3,2	-5,3	-6,0
12 „	-3,0	-0,2	0,0	-4,9	-0,2	-2,7	-5,3	-4,2	-1,7	-2,5	-4,8	-2,3	-3,4	-5,3
2 „	-2,6	-0,2	0,0	-4,1	-0,2	-2,0	-4,4	-3,1	-1,5	-2,0	-3,4	-1,5	-2,2	-4,0
4 „	-3,6	-0,2	0,0	-3,0	-0,2	-1,8	-3,4	-5,4	-1,4	-1,8	-2,4	-1,9	-2,3	-3,0
6 „	-4,8	-0,2	0,0	-2,9	-0,2	-2,2	-3,2	-7,2	-2,0	-1,8	-2,4	-3,2	-3,6	-3,4
8 „	-5,4	-0,2	0,0	-3,2	-0,3	-3,1	-3,7	-8,6	-3,4	-2,0	-4,6	-5,8	-6,3	-5,4
10 „	-6,3	-0,2	0,0	-3,8	-0,3	-3,6	-4,0	-9,4	-4,8	-4,0	-6,2	-8,4	-8,8	-6,8
Mittel	-5,22	0,20	0,0	-4,09	-0,22	-1,62	-4,47	-6,26	-1,66	-1,73	-4,47	-2,66	-4,61	-5,05
Schwankungen	4,48	0,0	0,0	2,3	0,1	3,8	2,4	6,3	4,5	4,0	3,2	7,9	6,6	3,8

Witterung (27. Januar): Bis fr. kl. Vorm. — Ab. bew. Gegen Mn. bedeckt.

Witterung (28. Januar): Bew. bis fr. 6 U. Um 2 U. Mg. etwas S. Am Tage bis Ab. kl. Von Mn. bis 6 U. fr. bedeckt.

Versuch XII (1879).

5. Januar. (In 10 cm Tiefe.) 6. Januar.

12 Uhr	-0,9	3,4	3,2	3,1	3,0	2,2	3,4	-3,0	-0,3	-0,4	-3,6	0,0	0,0	-3,3
2 „	-2,0	3,0	2,6	2,6	2,6	1,2	2,6	-2,7	-0,3	-0,4	-3,6	0,0	0,0	-3,3
4 „	-4,0	2,0	1,6	1,5	1,3	0,3	1,6	-2,2	-0,3	-0,4	-3,6	0,0	0,0	-3,2
6 „	-2,2	1,0	0,6	0,4	0,3	0,1	0,4	2,2	-0,3	-0,4	-3,4	0,0	-0,1	-2,9
8 „	-1,4	0,2	0,0	-0,5	0,0	0,1	-0,6	-2,3	-0,3	-0,4	-3,2	0,0	-1,3	-2,6
10 „	-0,4	-0,2	-0,2	-1,0	0,0	0,1	-0,8	-1,3	-0,3	-0,4	-3,0	0,0	-1,7	-2,4
12 „	0,4	-0,2	-0,3	-1,0	0,0	0,0	-0,6	-1,0	-0,3	-0,5	-2,5	0,0	-1,2	-2,0
2 „	0,4	-0,2	-0,2	-0,8	0,0	0,0	-0,2	0,6	-0,3	-0,5	-1,1	0,0	-0,4	-0,7
4 „	-0,2	-0,2	-0,3	-0,6	0,0	0,0	0,0	-1,6	-0,3	-0,5	-0,2	0,0	-0,2	0,1
6 „	-2,0	-0,2	-0,3	-0,6	0,0	0,0	0,0	-1,6	-0,3	-0,5	-0,2	0,0	-0,2	0,1
8 „	-4,9	-0,3	-0,4	-1,3	0,0	0,0	-0,8	-2,0	-0,3	-0,6	-1,2	0,0	-1,6	-1,0
10 „	-4,8	-0,3	-0,4	-2,6	0,0	0,0	-2,3	-2,2	-0,2	-0,6	-1,8	0,0	-2,0	-1,5
Mittel	-1,83	0,67	0,49	-0,07	0,60	0,33	0,22	-1,79	-0,29	-0,47	-2,28	0,0	-0,72	-1,89
Schwankungen	5,3	3,7	3,6	5,7	3,0	2,2	5,7	3,6	0,1	0,2	3,4	0,0	2,0	3,4

Witterung (5. Januar): Bis Mg. ab. bew. u. r. dann bew. u. mst. W. Vorm. bis Nachm. S. u. st. W. Von Nachm. 4 U. ab ab. bew. u. mst. W. Ab. kl. u. r. Von Mn. bis Ab. 6 U. bedeckt.

Witterung (6. Januar): Bis fr. bew. dann ver. Ab bew.

7. Januar.

Zeit.	Luft-temperatur.	Lehm			Quarzsand II		
		naß.	feucht.	trocken.	naß.	feucht.	trocken.
12 Uhr	-3,0	-0,2	-0,6	-2,0	0,0	-2,0	-1,6
2 „	-3,2	-0,2	-0,7	-2,1	0,0	-2,2	-1,8
4 „	-3,2	-0,2	-0,8	-2,3	0,0	-2,4	-2,0
6 „	-3,0	-0,2	-1,0	-2,6	0,0	-2,9	-2,3
8 „	-6,7	-0,3	-1,2	-2,8	0,0	-3,8	-2,8
10 „	-5,0	-0,2	-1,5	-3,8	0,0	-5,2	-3,8
12 „	-3,4	-0,2	-1,9	-3,7	0,0	-3,8	-3,6
2 „	-3,4	-0,2	-2,2	-3,6	0,0	-3,8	-3,4
4 „	-4,0	-0,3	-2,6	-3,8	0,0	-4,4	-3,6
6 „	-5,0	-0,2	-3,2	-4,2	-0,1	-4,8	-4,0
8 „	-5,0	-0,2	-3,7	-4,7	-0,3	-5,3	-4,4
10 „	-5,0	-0,3	-4,4	-5,2	-0,8	-5,4	-4,8
Mittel	-4,16	-0,22	-1,98	-3,40	-0,01	-3,83	-3,17
Schwankungen	3,7	0,1	3,8	3,2	0,8	3,4	3,2

Witterung:

Bis Mg. bew. u. ver. Von da ab bis Nachm. kl. Von 4 U. ab ab. bew. Ab. bew.

8. Januar.

Zeit.	Luft-temperatur.	Lehm			Quarzsand II.		
		naß.	feucht.	trocken.	naß.	feucht.	trocken.
12 Uhr	-5,8	-0,3	-4,8	-5,4	-1,7	-5,6	-5,0
2 „	-6,4	-0,3	-5,2	-5,8	-3,2	-6,4	-5,4
4 „	-6,8	-0,3	-6,0	-6,6	-5,6	-7,4	-6,0
6 „	-5,4	-0,4	-6,6	-6,8	-6,0	-7,0	-6,4
8 „	-4,9	-0,4	-6,6	-7,0	-5,7	-6,2	-6,0
10 „	-5,6	-0,7	-6,3	-6,6	-5,4	-5,6	-5,6
12 „	-6,2	-2,6	-6,0	-6,4	-6,4	-5,4	-5,2
2 „	-6,3	-4,3	-6,1	-6,3	-6,0	-6,3	-5,2
4 „	-7,8	-6,0	-6,8	-6,8	-7,2	-7,4	-5,9
6 „	-8,8	-7,5	-7,8	-7,8	-8,3	-8,8	-5,9
8 „	-10,2	-9,1	-9,1	-9,0	-9,7	-10,1	-8,0
10 „	-11,4	-10,6	-10,3	-10,0	-11,0	-11,1	-9,1
Mittel	-7,13	-3,54	-5,97	-7,04	-6,35	-7,27	-6,14
Schwankungen	6,5	10,3	5,5	4,6	9,3	5,7	4,1

Witterung:

Bis Mg. ab. bew. u. mst. W. Fr. nb. u. st. W. Vorm. kl. u. mst. W. Ab. bis 10 U. kl. u. st. W. Von da ab kl. u. schw. W.

Mittel sämmtlicher Beobachtungen:

Versuch XI.

	Lehm naß.	Lehm feucht.	Lehm trocken.	Quarzsand II naß.	Quarzsand II feucht.	Quarzsand II trocken.
Bodentemperatur v. 27. u. 28. Januar	—0,93°	—0,86°	—4,41°	—1,44°	—3,11°	—4,76°
Differenz (naß zu trocken):	+ 3,48°			+ 3,32°		
Temperaturschwankungen:	2,25°	2,0°	2,75°	4,0°	5,0°	3,1°.

Versuch XII.

	Lehm naß.	Lehm feucht.	Lehm trocken.	Quarzsand II naß.	Quarzsand II feucht.	Quarzsand II trocken.
Bodentemperatur v. 5.—8. Januar	—0,84°	—1,97°	—3,19°	—1,46°	—2,87°	—2,74°
Differenz (naß zu trocken):	+ 2,35°			+ 1,28°		
Temperaturschwankungen:	3,54°	3,27°	4,02°	3,27°	3,32°	4,10°.

Zu ähnlichen Resultaten gelangte *von Liebenberg* in seinen Untersuchungen über die Bodenwärme[1]).

Werden nur die Durchschnittstemperaturen berücksichtigt, so geht aus den mitgetheilten Zahlen hervor, daß bei eintretendem Frostwetter der Boden im trockenen Zustande in bedeutenderem Grade abkühlt als der nasse und feuchte[2]). Ueber die Ursachen hiervon mögen folgende Bemerkungen Platz finden.

[1]) *A. v. Liebenberg*, *a. a. O.* S. 41.

[2]) Vgl. die Diagramme auf Tafel II.

Bekanntlich wird bei dem Uebergange des Wassers aus dem flüssigen in den festen Zustand Wärme frei; deshalb kann die Temperatur des nassen und feuchten Bodens zu der Zeit, wo das Wasser zu Eis erstarrt, nicht in dem Grade dem Sinken der Lufttemperatur folgen, wie der trockene Boden. Dazu kommt, daß in letzteren die kalte Luft leicht eindringen und die wärmere verdrängen kann, während in der feuchten Erde sich dem Eintritt der Luft erhebliche Widerstände entgegenstellen, in dem nassen Lande ein solcher unmöglich ist. Ist aber das Wasser zu Eis erstarrt, so ist der nasse und feuchte Boden ebenso kalt oder kälter (Versuch XI, 28. Januar, XII, 8. Januar) als der trockene, weil nun die bessere Leitungsfähigkeit der ersteren gegenüber dem letzteren zur Geltung kommt.

Ganz die entgegengesetzten Verhältnisse treten ein, wenn nach länger anhaltendem Frostwetter die Temperatur über den Gefrierpunkt steigt. Bei steigender Temperatur erwärmt sich der Boden um so langsamer, je mehr Wasser er enthält[1]. Einen Beleg hierfür liefern die folgenden Zahlen:

	Thon naß.	Thon feucht.	Thon trocken.	Lufttemperatur.
	Bodentemperatur.			
12 h. (Mittags) 18. Februar 1878	—0,1	2,6	2,8	10,3
2 » » »	0,0	6,6	6,9	13,6
4 » » »	0,0	8,4	9,8	9,4
6 » » »	0,0	8,0	9,6	4,4
8 » » »	0,0	6,8	8,0	3,4
10 » » »	0,0	5,5	6,5	2,1
12 h. (Nachts) 19. Februar 1878	—0,1	3,4	4,4	1,6
2 » » »	—0,2	2,8	3,0	0,2
4 » » »	—0,2	1,4	1,4	1,8
6 » » »	—0,2	1,2	1,2	2,9
8 » » »	—0,1	1,2	1,2	4,0
10 » » »	0,0	1,8	1,8	6,4
12 » » »	0,0	2,8	3,0	5,0

[1] Vgl. die Diagramme auf Tafel II.

Zeit.	15. März 1879. Luft-temperatur.	Lehm naß.	Lehm feucht.	Lehm trocken.	Quarzsand II naß.	Quarzsand II feucht.	Quarzsand II trocken.	16. März 1879. Luft-temperatur.	Lehm naß.	Lehm feucht.	Lehm trocken.	Quarzsand II naß.	Quarzsand II feucht.	Quarzsand II trocken.
12 Uhr	-8,6	-0,3	-1,8	-5,8	0,0	-7,6	-5,8	0,2	-0,2	0,0	1,4	0,0	0,0	1,6
2 "	-8,4	-0,3	-4,4	-7,6	0,0	-8,8	-7,6	-0,9	-0,2	0,0	0,9	0,0	0,0	1,3
4 "	-6,8	-0,3	-6,0	-8,3	0,0	-9,0	-8,1	-1,4	-0,2	-0,2	0,4	0,0	0,0	0,8
6 "	-6,4	-0,3	-7,1	-8,4	0,0	-8,2	-8,0	1,0	-0,2	-0,6	-0,3	0,0	0,1	0,1
8 "	-3,3	-0,2	-7,4	-8,2	0,0	-7,4	-7,6	4,0	-0,2	-0,4	-0,3	0,0	0,3	0,2
10 "	1,4	-0,2	-5,8	-6,6	0,0	-3,5	-5,7	7,8	-0,2	1,3	1,1	0,0	3,1	2,3
12 "	2,2	-0,2	-2,9	-1,8	0,0	-0,3	-0,8	10,6	-0,2	4,6	4,0	0,0	8,2	5,5
2 "	4,6	-0,2	-1,6	3,7	0,0	0,2	4,4	9,4	-0,2	8,0	7,2	0,0	10,2	8,6
4 "	4,2	-0,2	-0,7	7,1	0,0	4,6	7,6	8,8	0,6	9,7	9,0	0,1	11,2	10,3
6 "	0,7	-0,2	-0,2	7,0	0,0	4,2	7,4	7,6	2,0	9,8	9,4	0,4	9,8	10,4
8 "	0,0	-0,2	0,6	5,4	0,0	2,2	5,7	5,2	3,9	8,6	8,4	3,7	7,6	9,2
10 "	0,0	-0,2	0,2	3,2	0,0	0,8	3,1	—	—	—	—	—	—	—
Mittel.	-1,70	-0,23	-3,09	-1,69	0,00	-2,77	-1,28	4,75	0,45	3,71	3,75	0,38	4,51	4,57
Schwankungen	13,20	0,1	8,0	15,5	0,0	13,6	15,7	12,0	4,1	10,4	9,7	3,7	11,2	10,3

15. März 1879. Witterung: Kl. nur M. th. bew.

16. März 1879. Witterung: Fr. kl. Mg. bew. u. mst. W. M. u. Nachm. ab. bew. u. mst. W. Ab. th. bew. u. r. Später Kl. u. r.

Die langsame Erwärmung des mit Wasser imprägnirten gefrorenen Bodens ist einfach auf die Bindung der Wärme bei dem Schmelzen des Eises zurückzuführen. Die hierdurch hervorgerufenen Temperaturunterschiede zwischen den Böden von verschiedenem Wassergehalt können ziemlich beträchtlich werden, da die bei dem Aufthauen des Bodens bis in größere Tiefen für die Erwärmung desselben verloren gehenden Wärmemengen sehr bedeutend sind; sie werden um so größer sein, je höher der Wassergehalt des Bodens und je geringer dessen Wärmeleitungsfähigkeit ist. So war z. B. nach dem harten Winter 1879/80 der Torf auf einer Parcelle des Versuchsfeldes noch Ende Mai in 30 cm Tiefe gefroren, während die übrigen Bodenarten längst aufgethaut waren.

Nach dem Aufthauen im Frühjahr werden die Temperaturunterschiede zu Gunsten des trockenen und feuchten Bodens wiederum geringer, wie folgende Zahlen darthun.

17. März 1879.

Bodentemperatur in 10 cm Tiefe.

	Lehm naß.	Lehm feucht.	Lehm trocken.	Sand naß.	Sand feucht.	Sand trocken.	Lufttemperatur.
12 Uhr Nachts	4,2	5,7	5,7	4,2	5,0	6,2	4,9
2 "	4,2	5,2	5,2	4,2	4,8	5,8	4,8
4 "	4,2	4,9	4,8	4,2	4,7	5,4	4,8
6 "	4,0	4,6	4,6	4,0	4,3	5,2	4,8
8 "	4,0	4,4	4,4	4,2	4,5	5,0	6,9
10 "	5,0	5,4	5,1	5,6	6,5	6,0	7,8
12 "	5,9	6,4	6,1	6,4	7,4	7,0	9,8
2 "	7,4	7,8	7,4	8,4	9,9	8,3	10,7
4 "	9,4	10,0	9,6	10,1	11,8	10,4	10,4
6 "	9,6	10,5	10,4	9,7	10,6	11,0	7,3

Die mitgetheilten Thatsachen können schließlich noch zur Entscheidung der Frage herangezogen werden, ob dem durch das Wasser herbeigeführten Wärmezustand der Ackererde eine Wirkung auf die Vegetation zuzuschreiben sei. Bekanntlich nimmt man fast allgemein an, daß die Unfruchtbarkeit des Bodens im nassen Zustande zum großen Theil auf dessen niedriger Temperatur beruhe und beruft sich hierbei auf die von *Schübler* ermittelten bedeutenden Temperaturdifferenzen zwischen dem nassen und trockenen Boden. Man übersieht hierbei, daß genannter Forscher die Temperatur des Bodens nur in der äußersten Schicht (bei stärkster Insolation), feststellte, womit noch keine Schlüsse auf die Erwärmungsfähigkeit jener Bodenschichten, in welcher sich die Pflanzenwurzeln ausbreiten, gezogen werden können.

Betrachtet man die Temperaturunterschiede zwischen dem nassen und trockenen oder feuchten Boden, so sind dieselben während der Vegetationszeit sowohl bei den Versuchen *Haberlandt*'s als bei denen des Referenten nicht bedeutend, sie verschwinden fast vollständig zu derjenigen Zeit, wo jede stärkere Erwärmung des Erdreichs sich für das Wachsthum der Pflanzen am Vortheilhaftesten erweisen muß, nämlich im Frühjahr. Unter solchen Umständen kann, wie bereits *F. Haberlandt* bemerkte, von einer Charakterisirung des nassen als eines kalten Bodens kaum die Rede sein. Wenn deshalb sogenannte naßkalte Böden ein Zurückbleiben der Vegetation oder eine schwächere Entwickelung derselben zeigen, so wird dies anderen Ursachen, nicht einer Temperaturerniedrigung des Bodens zuzuschreiben sein. Allerdings ist letztere groß genug, um die Fruchtbarkeit des Bodens innerhalb gewisser Grenzen herabzusetzen, aber bei Weitem nicht ausreichend, um in dem Grade eine schädigende Wirkung auf das Wachsthum der Kulturpflanzen auszuüben, wie solche überall auf den an stagnirender Nässe leidenden Ackerländereien beobachtet wird.

Ebenso sind für die Erwärmung des feuchten Bodens, was dessen durchschnittliche Temperatur betrifft, die in demselben auftretenden Wassermengen in Rücksicht auf die Vegetation von keiner hervorragenden Bedeutung. Auch ist es nicht wahrscheinlich, daß die im Vergleich zum nassen Boden höhere Erwärmung des feuchten in den Nachmittagsstunden dem Wachsthum der Kulturpflanzen in besonderem Grade förderlich sein wird, da diese Wirkung wieder durch die während der Nacht stattfindende stärkere Erkaltung desselben aufgehoben werden dürfte.

Faßt man alle vorausgegangenen Beobachtungen und Erwägungen zusammen, so gelangt man zu nachstehenden Folgerungen:

1) Während der wärmeren Jahreszeit ist die Temperatur des Bodens im Allgemeinen um so höher, je weniger Wasser derselbe enthält.

2) Die Ursache dieser Erscheinung wird in der durch die mit steigendem Wassergehalt vermehrten Verdunstung herbeigeführten Abkühlung und der gleichzeitig mit der Feuchtigkeit erhöhten spezifischen Wärme des Bodens zu suchen sein.

3) Zur Zeit des täglichen Maximums ist der Unterschied in der ad 1) bezeichneten Weise zwischen den Böden von verschiedenem Wassergehalt in der Regel am größten, zur Zeit des täglichen Temperaturminimums am geringsten.

4) Die Temperaturdifferenzen in der ad 1) geschilderten Weise sind um so geringer, je mehr die Verdunstung abnimmt und die dem Wassergehalt entsprechende bessere Wärmeleitung zur Geltung kommt; sie sind daher während der kühleren Jahreszeit, bei mangelnder Insolation, niedriger Luftwärme, ruhiger Luft, hoher Luftfeuchtigkeit und bei stärkerer Austrocknung der obersten Schichten des Bodens am kleinsten, in den entgegengesetzten Fällen cæteris paribus am größten.

5) Der Effekt der stetigen Abkühlung in Folge der Verdunstung wird unter sonst gleichen Verhältnissen durch die Wirkung der besseren Wärmeleitung um so eher und leichter beglichen oder überwogen, je weniger Wasser der Boden enthält, je kleiner dessen Wasserkapacität, und je geringer seine Fähigkeit ist den an der Oberfläche stattgehabten Verdunstungsverlust durch kapillare Hebung aus der Tiefe zu ersetzen.

6) Die Temperaturschwankungen des Bodens nehmen im Allgemeinen mit steigendem Wassergehalt ab, weil die Wärmekapacität mit letzterem eine entsprechende Erhöhung erfährt. In allen Fällen jedoch, wo die Wärmeleitung aus den vorerwähnten Gründen über die übrigen mitwirkenden Faktoren das Uebergewicht gewinnt, wachsen die Schwankungen und finden Ausnahmen von der bezeichneten Regel statt. Daher ist der Abstand zwischen den Temperaturextremen in dem feuchten Zustande der in den obersten Schichten stark ausgetrockneten Ackererde während der wärmeren Jahreszeit nicht selten beträchtlich größer, als im trockenen und nassen.

7) Bei eintretendem Frostwetter erkaltet der Boden um so eher, je weniger Wasser in ihm enthalten ist. Ist das Wasser zu Eis erstarrt, so tritt gewöhnlich das umgekehrte Verhältniß oder Temperaturausgleichung ein. Umgekehrt ist mit steigender Temperatur die Erwärmung des gefrorenen Bodens in dem Maße verzögert, als der Wassergehalt größer ist. Nach dem Aufthauen werden die Temperaturunterschiede zu Gunsten des trockenen oder feuchten Bodens wiederum geringer.

8) In Rücksicht auf die Temperaturunterschiede zwischen dem feuchten und nassen Boden ist es unstatthaft, die geringe Ertragsfähigkeit des letzteren hauptsächlichlich auf dessen Erkaltung zurückzuführen. In soweit das Wasser die thermischen Verhältnisse der Ackererde beherrscht, hat dasselbe überhaupt für die Vegetation nur innerhalb enger Grenzen eine Bedeutung.

Neue Litteratur.

F. Masure. **Die Wasserverdunstung aus dem Boden.** Annales agronomiques. 1880. Bd. VI. Fasc. IV. p. 481—489.

In vorliegender Abhandlung stellt Verf. eine Reihe von Untersuchungen über die Verdunstung des Wassers aus dem Boden an, deren Resultate er in Parallele stellte mit denjenigen, welche er bezüglich der Evaporatien freier Wasserflächen[1]) gewonnen hatte. Die mit Gartenerde gefüllten Verdunstungsgefäße hatten einen Querschnitt von 250 qcm. Sie waren dem Regen ausgesetzt in derselben Weise wie das mit Wasser gefüllte Evaporimeter. Zur Controle der Verdunstung und des zugeführten vermittelst eines Regenmessers ermittelten Niederschlagswassers diente ein mit einem Dach versehenes Evaporimeter.

Die Unterschiede in der Verdunstung zwischen der Wasserfläche und der feuchten Erde sind in den nachfolgenden Tabellen angegeben, in welchen durch das Zeichen — angezeigt wird, daß der Boden um die angeführte Menge weniger, durch das Zeichen +, daß er um so viel mehr verloren hatte, als die freie Wasserfläche.

		Verdunstung. mm.	Zustand der Erde.	Witterung.
1.	vom 5.—12. August	—0,47	ziemlich trocken.	feucht.
2.	„ 12.—18. „	—0,77	trocken.	trocken und windig.
3.	„ 19.—26. „	—0,09	feucht.	warm und windig.
4.	„ 26.—31. „	—1,00	trocken.	schön, zu Ende regnerisch.
5.	„ 31./8.—1. Sept.	—1,47	sehr trocken.	sehr schön.
6.	„ 7./9.—15. „	+0,54	sehr feucht.	bedeckt und regnerisch.
7.	„ 15.—22. „	—0,30	ziemlich feucht.	schön und ziemlich warm.
8.	„ 22.—30. „	—1,35	sehr trocken.	schön und ziemlich kalt.
9.	„ 30./9.—7. Oct.	—0,83	trocken.	veränderlich u. ziemlich warm.
10.	„ 7./10.—14. „	—1,08	sehr trocken.	sehr schön und kalt.
11.	„ 14.—22. „	—0,54	ziemlich trocken.	regnerisch und kalt.
12.	„ 22.—30. „	+0,12	feucht.	bedeckt, sehr warm.
13.	„ 30./10.—6. Nov.	+0,21	feucht.	schön und kalt.
14.	„ 6./11.—15. „	+0,12	feucht.	schön und kalt.

Diese Zahlen zeigen deutlich, daß die Verdunstungsgröße von der Menge der im Boden enthaltenen Feuchtigkeit wesentlich abhängig ist.

1) Wenn die Erde bis zur Oberfläche feucht ist, so verdunstet sie mehr als eine freie Wasserfläche.

2) Wenn sie noch ziemlich feucht ist, aber nicht mehr naß an der Oberfläche, dann verdunstet sie ebensoviel als eine freie Wasserfläche.

3) In dem Maße die Erde austrocknet, verdunstet sie weniger als das Wasser,

[1]) Vgl. das betreffende Referat. Diese Zeitschrift. Bd. IV. S. 135—138.

Verf. bespricht dann die bekannten Ursachen der Verdunstung, wobei er auch auf die Hygroskopicität der Erde hinweist, welche den übrigen Factoren entgegenwirke durch Zurückhaltung eines Theils des Wassers oder durch Anziehung des Wasserdampfes aus der Atmosphäre.

Zu verschiedenen Tageszeiten und bei verschiedener Witterung fand die Verdunstung in folgender Weise statt:

	Beschaffenheit der Erde.	Morgens. g	Abends. g	Nachts. g
v. 6.—30. August	mehrentheils feucht wegen häufiger Regen	+112	—147	—281
v. 31. Aug. bis 24. Septbr.	von wechselnder Feuchtigkeit, öfter trocken, als feucht	—5	—278	—76
v. 31. Septbr. bis 20. October	trocken oder sehr trocken in Folge von anhaltenden Ostwinden	—72	—311	—156
v. 20. Octbr. bis 5. Novbr.	sehr feucht	+25	+69	—21
	Total:	+60	—667	—634

Diese Zahlen zeigen, daß die Erde während der Morgenstunden mehr verliert, als das Wasser. Die Ursache hiervon ist nach des Verf. Meinung darauf zurückzuführen, daß während der Nacht sich die Erde bedeutend abkühlt und daß in Folge der hierdurch bedingten Condensation des atmosphärischen Wasserdampfes die Oberfläche naß wird.

Während der Abendzeiten verdunstet der Boden sehr viel weniger als das Wasser, weil während des Vormittags die Oberfläche abtrocknete und dadurch der direkte Einfluß mehrerer Verdunstungsfactoren bis zum Abend hin abgeschwächt wird.

Zur Nachtzeit verliert die Erde ebenfalls sehr viel weniger, als das Wasser, was Verf. der Wirkung der Hygroskopicität der Erde zuschreibt. *E. W.*

***H. Birner.* Einfluß der Bodenfeuchtigkeit auf das Wachsthum der Pflanzen.** Wochenschrift der pommerschen ökonomischen Gesellschaft. 1881. Nr. 3. S. 18 und *Biedermann*'s Centralblatt für Agrikulturchemie. 1881. Heft 3. S. 154 und 155.

Zum Studium des Einflusses verschiedener Bodenfeuchtigkeit auf den Kartoffelertrag wurden 5 Versuchsreihen von je 4 Töpfen im Vegetationshause der Versuchsstation Regenwalde ausgeführt. Die Kartoffeln wurden möglichst gleich groß gewählt, ihr Gewicht betrug durchschnittlich 41,4 g, ihr Stärkegehalt 20%. Die Töpfe wurden mit je 7 kg Gartenerde gefüllt und durch genaues Abwägen und Begießen mit destillirtem Wasser die Bodenfeuchtigkeit so regulirt, daß sie in

Reihe I.	32—24%	oder	80—60%	der wasserfassenden Kraft des Bodens betrug.
„ II.	24—16 „	„	60—40 „	
„ III.	16—12 „	„	40—30 „	
„ IV.	12— 8 „	„	30—20 „	
„ V.	8— 4 „	„	20—10 „	

Die Reife erfolgte nicht gleichzeitig, bei Reihe I und II zuerst, nach 8 Tagen folgte Reihe III und nach weiteren 10 Tagen die Reihe IV und V. Das Ernteergebniß und die chemische Zusammensetzung stellte sich wie folgt:

Versuchsreihe.	I.	II.	III.	IV.	V.
Ertrag an Knollen pro 1 Pflanze	809 g	628 g	413 g	313 g	214 g
Größe d. Ertrages, wenn Aussaat = 1	19,5	15,1	10,0	7,5	5,2
Eine Pflanze producirte an Knollen	19 Stück	14 Stück	10 Stück	9 Stück	10 Stück
Mittleres Gewicht einer Knolle	42 g	46 g	42 g	34 g	23 g
Eine Pflanze producirte an Knollentrockensubstanz	202,0 g	152,7 g	87,6 g	65,4 g	43,5 g
Die Knollentrockensubstanz enthielt:	g	g	g	g	g
Eiweißstoffe	9,17	8,20	7,25	6,34	4,25
Fett	0,61	0,38	0,29	0,18	0,13
Stickstofffreie Extractstoffe	178,67	133,67	73,51	54,28	36,00
Holzfaser	4,89	3,79	2,12	1,27	0,95
Asche	8,66	6,66	4,43	3,33	2,17

Der Ertrag nahm nach diesen Versuchen sehr regelmäßig und in sehr erheblicher Weise in dem Maße ab, als die Bodenfeuchtigkeit eine geringere war. Die letztere ist von größtem Einfluß auf Quantität und Qualität der Ernte, ebenso wie irgend ein anderer nothwendiger Nährstoff[1]).

E. Heiden. **Versuche zur Ermittelung einiger physikalischen Bodeneigenschaften.** Die landwirth. Versuchsstationen. Bd. XXVI. 1881. Heft 6. S. 407—415.

A. von Liebenberg. **Untersuchungen über die Bodenwärme.** Bericht aus dem physiol. Laboratorium und der Versuchsanstalt des landw. Instituts der Universität Halle. Herausgegeben von *Jul. Kühn.* Dresden 1880. Heft 2. S. 1—39.

A. Vogel. **Ueber Sickerwasser verschiedener Bodenarten.** Zeitschrift des landw. Vereins in Bayern. 1881. Aprilheft. S. 192.

H. Briem. **Die Bodenfeuchtigkeit und das Keimen des Rübensamens.** Organ des Centr.-Ver. f. Rübenzucker-Industrie in der österr. ungar. Monarchie. 1881. S. 91.

E. W. Hilgard. **Alkali soils.** University of California. Report of the professor in charge to the board of regents. Sacramento. 1881. S. 12.

P. Chappuis. **Einfluß des Druckes und der Temperatur auf die Absorption der Kohlensäure durch Holzkohle.** Annalen der Physik. N. F. Band XII. S. 161.

[1]) Vgl. die Versuche von *H. Hellriegel.* Landw. Centralblatt für Deutschland. 1871. II. S. 194.

II. Physik der Pflanze.

Mittheilungen aus dem landwirthschaftlichen Laboratorium der k. k. Hochschule für Bodenkultur zu Wien.

V. Untersuchungen über den Quellungsproceß der Samen von Pisum sativum.

Von **Fr. Schindler,**
Privatdocent an der k. k. Hochschule für Bodenkultur in Wien.

Das Studium der Quellungserscheinungen vegetabilischer Substanzen hat trotz seiner Bedeutung für die richtige Erkenntniß mannigfacher physiologischer Funktionen verhältnißmäßig wenig Fortschritte gemacht. Was zunächst die theoretische Behandlung der hierher gehörenden Fragen betrifft, so möchte man die Ursache darin finden können, daß dieselbe keine Aussicht auf Erfolg versprach, insolange es an einer klaren Anschauung über die Molekularstructur organischer Körper fehlte. Eine solche ist bekanntlich für vegetabilische Substanzen durch *Nägeli*'s geniale Hypothese angebahnt worden, trotzdem sind wir aber bei Weitem noch nicht in der Lage das Wesen des Quellungsprocesses zu erkennen, denn die Interpretation der Erscheinungen, die sich dabei geltend machen, stellt uns sofort vor Fragen der Molekularphysik, desjenigen Theils der physikalischen Wissenschaft, der zur Zeit noch mit den größten Schwierigkeiten zu kämpfen hat. Das Haupthinderniß, das sich der experimentellen Behandlung des Quellungsprozesses entgegenstellt, liegt darin, daß es nicht möglich ist, eine größere Quantität vollkommen homogenen Materiales zu beschaffen. Selbst wenn wir mit Fragmenten einer Zellwand oder eines Stärkekornes experimentiren könnten, wären damit noch nicht jene Anforderungen erfüllt, welche wir an die Homogenität zu stellen gezwungen sind, um zu vollkommen exacten Resultaten zu gelangen, denn wir wissen, daß jedes, selbst das kleinste mit optischen Hülfsmitteln noch wahrnehmbare Partikelchen einer Zellwand oder eines Stärkekornes aus

Schichten von ungleicher Dichtigkeit zusammengesetzt ist, die sich dem eindringenden Wasser gegenüber verschieden verhalten müssen. Um wie viel mehr die Complicirtheit der Erscheinung gesteigert werden muß, wenn wir es mit einer ganzen Zelle oder gar mit Gewebsmassen etc. zu thun haben, liegt auf der Hand. Eine Folge davon ist, daß man das meß- und wägbare Resultat eines derartigen Versuches immer als ein Gesammtresultat anzusehen hat, hervorgegangen aus den Quellungseffecten der einzelnen Bestandtheile des betreffenden Körpers.

Hinsichtlich der Theorie der Quellung erscheint es von Wichtigkeit auf die prinzipielle Uebereinstimmung von Verdunstung, Lösung und Quellung hinzuweisen, Vorgänge, welche sämmtlich auf den Gesetzen der Diffusion basiren. Bei der Verdunstung werden die peripheren Theile eines Körpers unter vollständiger Aufhebung gegenseitiger Anziehungskräfte losgerissen, wobei sie sich, den Gesetzen der Dämpfe folgend, im Raume möglichst weit von einander zu entfernen trachten. Bei der Lösung findet ein Eindringen der Flüssigkeit zwischen die festen Substanztheilchen statt, wobei deren Anziehung zu einander, bis zu einer vollständigen Aenderung des Cohäsionsverhältnisses abgeschwächt wird; der feste Aggregatzustand geht verloren und die Substanztheilchen vertheilen sich gleichmässig im Lösungsmittel. Bei der Quellung dagegen findet nur eine quantitative Aenderung der Cohäsion statt; im Beginne des Processes überwiegt die Anziehung des Wassers zu den festen Theilchen, dieselben umgeben sich mit Wasserhüllen, am Ende, wenn das Quellungsmaximum, d. h. das Maximum des Wassergehaltes erreicht ist, überwiegt wieder die Anziehung der Substanzkerne zu einander. Nur deren absolutes Lagerungsverhältniß im Raume erleidet eine Veränderung, aber die relative Lage bleibt dieselbe. Dies ist für den Vorgang, den wir Quellung nennen, charakteristisch. Zweckmäßig ist es ferner, die Begriffe Quellung und Imbibition nicht gleichzusetzen. Unter der letzteren versteht oder verstand man früher die Durchtränkung des ganzen Pflanzenkörpers mit Wasser. Die kapillare Aufsaugung, wie sie z. B. der Gyps oder Thon zeigen, ist Imbibition im eigentlichen Sinne. Obgleich hierbei, wie *Jamin* nachgewiesen hat, bedeutende Druckkräfte, abhängig von der Weite der Kapillaren geäußert werden, vermag dennoch das eindringende Wasser die Moleküle des festen Körpers nicht auseinander zu drängen, das Volumen bleibt nach wie vor dasselbe. Für die Quellung dagegen ist Volum-

zunahme beim Aufsaugen und Volumabnahme bei der Abgabe des Quellungsmittels charakteristisches Merkmal. Wir dürfen kapillare Attraction und Quellung zwar zu den Imbibitionserscheinungen rechnen, dürfen aber diese Begriffe einander nicht substituiren.

Detmer unterscheidet in seinem Werke über die Physiologie des Keimungsprocesses zwischen «begrenzter» und «unbegrenzter» Quellung und versteht unter ersterer das, was wir bereits oben als Quellung definirten, unter letzterer aber einen Vorgang, der sich beispielsweise bei der Erhitzung von Amylum mit Wasser abspielt. Die Granulose werde hierbei «thasächlich» aufgelöst, so viel sei aber gewiß, daß sich die Stärkezellulose «nicht» auflöst, dennoch gibt *D.* zu, daß sich zwischen deren Partikelchen «gar keine hier noch in Betracht kommende Anziehungskräfte» mehr geltend machen. Die «ungelösten» Theilchen haben sich vollständig gleichmäßig in der Flüssigkeit vertheilt und ihr relatives Lagerungsverhältniß zu einander erscheint völlig verändert. Dies letztere Moment sei besonders charakteristisch für die «unbegrenzte» Quellung. Man sieht, daß der neu eingeführte Begriff *Detmer*'s, sich mit dem Begriffe, den wir uns heute von der Lösung machen, vollständig deckt und da die Amylozellulose in «unbegrenzter» Quellung ohne Zweifel Tropfenform anzunehmen vermag und mit Wasser beliebig verdünnt werden kann, so befindet sie sich für uns im Zustande echter Lösung. Es ist nach dem Gesagten nicht abzusehen, was sich *Detmer* unter einer «thatsächlichen» Lösung vorstellt[1]).

Bei dem Studium der Quellungserscheinungen vegetabilischer Substanzen lassen sich nun zweierlei Ziele verfolgen. Kann es sich darum handeln diesen Proceß an sich zu studieren, die Entstehung der dabei auftretenden Kräfte zu untersuchen und diese zu messen, also darum, auf Grund des Experimentes eine Theorie der Quellung zu begründen. Mit welchen Schwierigkeiten diese Richtung zu kämpfen hat, haben wir bereits hervorgehoben. Ich will nur beiläufig bemerken, daß dieselbe in

---

[1]) In einer Anmerkung, worin *Detmer* gegen *Sachsse* polemisirt, welcher unter einer wahren Lösung nur eine solche verstanden wissen will, welche diffusionsfähig ist, sagt der erstere: „filtrirt man Kleister, so erhält man eine vollkommen klare Flüssigkeit, in der man mit Hilfe des Mikroscops keine suspendirten Theilchen mehr erkennen kann. Wir haben es hier sicher mit einer Lösung zu thun, trotzdem das Amylum derselben nicht im Stande ist, Membranen zu passiren.

letzterer Zeit mit vielem Geschick von *Reinke* verfolgt worden ist, der auf Grund sehr exact angestellter Versuche eine scharfsinnige, auf den Anschauungen *Nägeli's* basirte Theorie der Quellung aufgestellt hat[1]). — Ein anderes Ziel ist es dagegen, wenn wir den Quellungsproceß an complicirt organisirten Gebilden studieren; weitgehende Speculationen bleiben da von vorneherein ausgeschlossen. Allerdings kann es hier auch darauf ankommen, die in Wirksamkeit tretenden Kräfte zu bestimmen, aber die erhaltenen Resultate sind in diesem Falle nicht geeignet eine Theorie der Quellung zu begründen. Bekanntlich erstrecken sich die Untersuchungen der letzteren Richtung, der Natur der Sache nach fast ausschließlich nur auf Samen und Früchte, wobei es sich in erster Linie darum handelt den Verlauf des Quellungsprocesses, also die Quellungsphasen an dem betreffenden Objecte festzustellen, die aufgenommenen Wasserquantitäten und die dadurch verursachten Gewichts und Volumveränderungen zu bestimmen, den Einfluß der Natur und Temperatur des Quellungsmediums in Betracht zu ziehen. — Ein nicht minderes Interesse muß die Frage hervorrufen, in wie ferne die Beschaffenheit der Samen und Früchte, also der anatomische Bau derselben, den Quellungsproceß zu beeinflussen vermag. Diese letztere Frage hängt mit den vorigen auf's Innigste zusammen und es ist auffällig, daß man ihr in Anbetracht der zahlreichen Quellungsversuche, welche zur Zeit mit landwirthschaftlichen Cultursämereien angestellt sind, nur eine secundäre Aufmerksamkeit angedeihen ließ. —

Im Zusammenhange mit den die Quellung vermittelnden Kräften steht die Quantität des von Samen und Früchten aufgenommenen Wassers. Die bezüglichen Versuche, welche ja zumeist mit Culturpflanzen gemacht worden sind, haben in der Regel die Beantwortung dieser Frage in erste Linie gestellt, denn dieselbe ist, wie leicht zu bemerken, auch von eminent praktischer Bedeutung. Man kann hierbei ganz gut von dem Umstande absehen, daß die meisten Resultate keinen Anspruch auf Exactheit machen können, indem in der Mehrzahl der Fälle die während des Quellactes exosmotisch austretenden organischen und mineralischen Samenbestandtheile, ferner die in den späteren Quellungsstadien gebildete Kohlensäure nicht berücksichtigt wurden. Genau genommen müßten die aufge-

[1]) „Untersuchungen über die Quellung vegetabilischer Substanzen" von Dr. Johannes *Reinke* in den botanischen Abhandlungen aus dem Gebiete der Morphologie und Physiologie, herausgegeben von Dr. *Johannes Hanstein*.

nommenen Wasserquantitäten eine Correction erfahren, unter Zugrundelegung des spez. Gewichtes des Quellrückstandes. Was speziell die Erbse anbelangt, so citire ich eine Angabe *Detmer*'s, der zufolge 30 weiße Riesenerbsen im Gewichte von 11,6 g im Verlaufe von 48 Stunden 0,052 g absolut trockener Substanzen an das dest. Wasser, mit dem sie in Berührung waren, abgegeben hatten. Die Temperatur des Quellwassers betrug hierbei 17° C. Der Stoffverlust erreichte also in diesem Falle nicht ganz ein halbes Procent, eine Quantität, welche bei Quellungsversuchen mit Erbsen, wo es in dieser Beziehung auf absolute Genauigkeit nicht ankommt, wohl unberücksichtigt bleiben kann, umsomehr, als dieser Verlust sich bei geringerer Versuchsdauer — und eine solche haben wir allgemein angewendet — noch geringer herausstellen würde. — Ganz abgesehen davon hat sich ergeben, daß die Wasseraufnahme der Samen und Früchte eine außerordentlich verschiedene sein kann und sich diese Verschiedenheit auch innerhalb einer Spezies, mehr minder bemerklich, geltend macht; wir werden später sehen, welche wichtige Rolle der Individualität beim Quellprocesse zukommt. Bestimmungen über die Aufnahme von Wasser dem Gewichte nach sind von *R. Hofmann*[1]), *Nobbe*[2]) und Anderen gemacht worden. Wir wiederholen die oft citirten Ergebnisse nicht und haben diesen Gegenstand in vorliegender Arbeit nur insoferne er in gewissen interessanten Beziehungen zu der Volumveränderung steht, näher berücksichtigt. Es genügt zu wissen, daß Erbsensamen nach übereinstimmenden Resultaten nahe an 100°/o Wasser oder etwas darüber aufzunehmen vermögen.

Fettreiche Samen und Gramineen nehmen im Allgemeinen relativ geringere Wasserquantitäten auf, als die Papilionaceen; man hat das bedeutende Quellungsvermögen der letzteren, ohne gerade strenge Kritik zu üben, der sog. Quellschicht zugeschrieben, welche sich bei dieser Familie in den inneren Regionen der Testa vorfindet. Daß dieselbe die Wasseraufnahme und das Festhalten derselben begünstigt, erleidet keinen Zweifel, wer aber mit entschälten Leguminosensamen experimentirt hat, wird sich überzeugt haben, daß auch ohne der Quellschicht ganz bedeutende Wasserquantitäten von den Cotyledonen aufgenommen werden und diese es sind, welchen das beträchtliche Quellungsvermögen zukommt.

[1]) *Hoffmann*, Landw. Vers. Stat. VII, 47.

[2]) *Nobbe*, Handbuch der Samenkunde. Berlin. 1876.

Bei den Untersuchungen über die Gewichtsaufnahme von Wasser, war die Frage naheliegend, ob Samen die Fähigkeit besitzen Wassergas zu verdichten. Die Experimente von *R. Hofmann* und *Nobbe* lassen dieselbe unentschieden, da hierbei die Möglichkeit einer Thaubildung, in Folge von Temperaturschwankungen in den wassergasreichen Räumen nicht ausgeschlossen war. *Detmer*[1]) operirte mit Erbsen und Kürbissamen in einer Atmosphäre, die wie Psychrometerangaben zeigten, nicht wassergesättigt war und constatirte auch in diesem Falle eine, allerdings minimale Gewichtszunahme. Daß dieser Vorgang eine eventuelle Keimung anzuregen vermag ist nicht nachgewiesen und schon a priori sehr unwahrscheinlich. — Ungleich wichtiger ist die Thatsache, die *F. Haberlandt*[2]) dargethan hat, daß nemlich Samen in einer Atmosphäre von erheblich schwankender Temperatur bis zum Keimen gebracht werden können. Hier wurde durch wiederholte Thaubildung eine Zufuhr tropfbar flüssigen Wassers vermittelt und diese war ausreichend um den Embryo von Getreidearten, von Mais, Pisum etc. zur Entfaltung zu bringen, allerdings war der Zeitraum bis zum Eintritte der Keimung ein sehr beträchtlicher. Es wäre von Interesse, den *Haberlandt*'schen Versuch auf gewisse andere Samen, namentlich solche auszudehnen, welche von Pflanzen stammen, die trockene Standorte charakterisiren. In diesem Falle würde sich wahrscheinlich zeigen, daß der Thaubildung auch eine biologische Bedeutung beizumessen sei.

Die mit der Wasseraufnahme verbundene Volumvergrößerung der Samen, mußte schon frühzeitig die Aufmerksamkeit auf sich ziehen, da hierbei ganz interessante und auffallende Erscheinungen zu Tage treten. Zunächst sind es die während des Quellprocesses auftretenden Druckkräfte, welche experimentell untersucht worden sind. Schon *Hales* hat nachgewiesen, daß in einem eisernen Topf quellende Erbsen den mit einem Gewichte von 184 Pfund — nicht aber noch schwerer — belasteten Deckel zu heben vermochten; die Menge des Versuchsmaterials ist nicht angegeben. *Hofmeister* zeigte, daß die Volumzunahme quellender Erbsen erst unter

---

[1]) „Physiologie des Keimungsprocesses", 1880, wo überhaupt alle hier citirten Arbeiten *A. Dettmer's* nachzulesen sind.

[2]) „Die Aufnahme von gasförmigem Wasser durch Samen" in den wissenschaftl. prakt. Untersuchungen auf dem Gebiete des Pflanzenbaues. Herausgegeben von *F. Haberlandt.* 1. Bd. 1875.

dem Drucke von nahezu 3 Atmosphären zum Stillstande kommt und *Böhm* fand, daß dieselben sogar noch einen Druck von 18 Atmosphären zu überwinden vermögen, was einer Quecksilbersäule von 13,5 m. Höhe entsprechen würde. —

Wir müssen uns vorstellen, daß vor Erreichung des Quellungsmaximums der Widerstand der Substanztheilchen ein verschwindend kleiner ist im Verhältniß zu den bei der Wasseraufnahme geäußerten Kräften und verweisen, da die Erklärung der betreffenden Erscheinungen ganz und gar dem theoretischen Gebiete angehört, auf die citirte Abhandlung *Reinke*'s.

Was nun die Volumveränderungen betrifft, welche das Wasser mit den in denselben anquellenden Samen erleidet, so muß man, in Berücksichtigung des einheitlichen Principes, welches Lösung und Quellung beherrscht, von vorneherein annehmen, daß auch bei der letzteren eine, wenigstens anfängliche Gesammtvolumenverminderung stattfindet. Die Ursache derselben kann, gleichwie bei der Lösung nur in einer Wasserverdichtung gesucht werden.

In der That hat *Wiesner*[1]) durch eine Reihe exact durchgeführter Experimente mit verschiedenen Samen den Beweis erbracht, daß eine Wärmeentwickelung noch vor der Bildung von Kohlensäure stattfindet und daraus den hypothetischen Schluß gezogen, daß eine Wasserverdichtung in den betreffenden Versuchsobjecten zur Geltung gekommen sein müsse. Allerdings hat *Nobbe* hierauf den Einwand erhoben, daß möglicherweise schon vor der Bildung von Kohlensäure auftretende, intermediäre Producte ihrerseits unter Wärmebefreiung entstehen, daß ferner wohl auch der Vorgang der Diffusion selbst, sowie die ihn begleitenden Lösungs- und Quellungserscheinungen auf die Temperatur der Samen und der sie umspülenden Flüssigkeit nicht gänzlich einflußlos sein möchten. Trotz aller dieser Bedenken müssen wir eine Wasserverdichtung aber auf das Bestimmteste annehmen, da die physikalischen Bedingungen zu einer solchen gegeben sind. Direkt beweisend scheint uns ein Versuch *Detmer*'s zu sein, der eine sofortige Temperatursteigerung constatirte, sobald Erbsenpulver mit Wasser übergossen wurde. Daß das Gleiche bei quellenden Samen eintreten muß, wenn auch eine Volumverminderung leicht begreif-

[1]) Wien. Sitzungsb. LXIV (1871). — Landw. Vers.-Stat. XV. 135.

licher Weise nicht augenfällig wird, ist einleuchtend. Auch ich habe im Verlaufe meines Versuches mit quellenden Erbsen einen gewissen Wärmeüberschuß wahrnehmen können, der nicht gut anders, als durch Wasserverdichtung erklärt werden kann, obgleich, wie ich schon jetzt bemerke, dieser Frage aus naheliegenden Gründen nur eine beiläufige Aufmerksamkeit geschenkt wurde.

Bevor wir in eine nähere Discussion über die Volum- und Gewichtsveränderungen quellender Erbsen eingehen, citiren wir noch einige Resultate, welche *Nobbe*[1]) in dieser Beziehung bei mehreren Leguminosen constatirte. — *Payen* hatte schon vor *Nobbe* Untersuchungen über diesen Punkt mit Getreidesamen angestellt und hiebei die Volumzunahme in Procenten ausgedrückt, ein Fehler, wenn man erwägt, daß die allermeisten Samen ein höheres spez. Gewicht besitzen als das Wasser und das letztere also bei gleichem Gewichte einen größeren Raum einnimmt.

Die *Nobbe*'schen Versuche mit gequollenen Samen von Pisum sativum und Phaseolus vulgaris ergaben, daß sich das Volumen stärker vergrößert als das Gewicht. Die Erbse betreffend, fand derselbe, daß 65,418 g lufttrockene Samen, deren Volum 43,0 cbm betrug in Wasser von 19 bis 21⁰ angequollen, folgende Zunahmen zeigten:

	in absoluten Ziffern:		in Procenten des Anfangsgewichtes:	in Procenten des Anfangsvolums:
	g	ccm	g	ccm
in 14 Stunden	46,41	46,0	70,9	107,0
„ 41 „	8,02	19,0	12,3	44,1
„ 70 „	8,52	7,0	13,0	16,3
Summa:	62,95	72.	96,2	167,4.

Aber nicht in allen Fällen überwiegt die Volumzunahme über jene des Gewichtes und es war nicht schwer Samen aufzufinden, bei denen diese Differenz entweder ganz ausgeglichen wurde, oder zu Gunsten der Gewichtszunahme ausfiel. *Nobbe* operirte mit den Früchten von Pinus austriaca und fand, daß hier eine Aufnahme von 100 Gewichtstheilen Wasser eine Volumzunahme von nicht mehr als 22,2 ccm im Gefolge hatte, dasselbe mußte daher zum größten Theile zur Ausfüllung innerer Hohlräume gedient haben. Der genannte Autor bezeichnet diesen Vor-

[1]) Handbuch der Samenkunde. 1876. S. 122.

gang als «verlorene Quellung» und es ist gewiß, daß eine solche nicht nur bei hartschaligen Schließfrüchten zur Geltung kommen muß, denn wir wissen, daß alle Samen und Früchte gewisse Hohlräume einschließen, welche sowohl durch den Schrumpfungsproceß, als auch durch den anatomischen Bau verursacht werden. — In allen gefundenen Zahlen über die Gewichts- und Volumveränderungen quellender Samen und Früchte wird somit jener Vorgang in größerem oder geringerem Maße mit zum Ausdruck gelangen. — Welchen Antheil die verlorene Quellung im einzelnen Falle nehmen muß, darüber kann uns eine Untersuchung des anatomischen Baues der betreffenden Versuchsobjecte Anhaltspunkte geben und ist dieser Frage in unserer Arbeit näher getreten worden. —

Die Beziehungen der Wasseraufnahme zur Volumveränderung quellender Samen beanspruchen erhöhtes Interesse, seitdem *Nobbe* dieser Frage von einer anderen Seite beizukommen suchte und es ihm gelang, durch ein einfaches Experiment den Quellungsverlauf in allen seinen einzelnen Phasen, bei seinen Versuchsobjecten vor Augen zu führen[1]). Er ging dabei von folgender Voraussetzung aus: Entspricht die Volumzunahme eines Samenhaufens dem Volumen des aufgesogenen Wassers, so muß das Anfangsniveau der Flüssigkeitssäule, welche die Quellung bewirkt, unverändert bleiben — abgesehen von den leicht controlirbaren Bewegungen der Temperatur. Andernfalls wird ein Steigen oder Sinken des Wasserstandes im Quellgefäße zu registriren sein, je nachdem die Volumzunahme der Samen den Rauminhalt des eingesogenen Wassers übertrifft oder hinter demselben zurückbleibt.

Bei den *Nobbe*'schen Versuchen wurde eine gewogene Samenquantität in einem Glaskolben mit Wasser übergossen, durch leises Rütteln die den Samen anhängenden Luftblasen entfernt und ein doppelt durchbohrter Pfropfen mit engem Steigrohr und Thermometer aufgesetzt. Der anfängliche Wasserstand im Steigrohr wurde als Nullpunkt bezeichnet und die im Laufe des Versuches sich ergebenden Veränderungen wurden in zu Beginne kürzeren, später längeren Intervallen notirt. Es ist leicht einzusehen, daß das Volumen von Wasser und Samen beim Aufquellen der

[1]) Von den Versuchen *J. N. C. Müllers*, mitgetheilt in den „botan. Untersuchungen", IV, S. 117, sehe ich hier ab, da sie unter anderen Voraussetzungen gemacht wurden. —

letzteren Schwankungen erleiden muß, aber der Umstand, daß sich hierbei ganz bestimmte periodische Hebungen und Senkungen im Steigrohre geltend machten, war geeignet ein Licht auf den Quellungsverlauf im einzelnen Samenkorn zu werfen. *Nobbe* experimentirte mit Erbsen und Buschbohnen und konnte hier sehr bemerkenswerthe Unterschiede constatiren. Bei der Erbse stieg nämlich die Wassersäule durch $1^1/_2$—2 Stunden, sank hierauf und erreichte in weiteren $2^1/_4$ Stunden den tiefsten Stand, etwa 3 ccm über dem Anfangsniveau. Schließlich hob sie sich wieder mit zunehmender Rapidität bis zur Beendigung des Versuches. Bei der Buschbohne hingegen war zu Beginn eine sehr rasche Hebung bemerkbar, aber schon nach 10 Minuten sank das Wasser im Steigrohre anfänglich rasch, später langsamer bis zum Schlusse.

Es war nicht schwer diese eigenthümlichen Oscillationen des Wasserstandes auf seine Ursachen zurückzuführen. Die bei Beginn des Processes entstehende, durch Wasseraufnahme und daher Volumvergrößerung bedingte Faltung der Testa hatte die Hebung im Steigrohre herbeigeführt. Zwischen der Samenhaut und den Cotyledonen bildeten sich in Folge dessen luftverdünnte Räume; als die erstere vollgesogen war, erfüllte das Wasser auch die letzteren, was ein Sinken des Wasserstandes verursachen mußte. Die schließliche, abermalige Hebung wurde durch das Anquellen der Cotyledonen und die nachherige Entwickelung von Kohlensäure bedingt. Nach den mitgetheilten Zahlen (Samenkunde S. 127) zu urtheilen, verwendete *Nobbe* eine ziemlich leicht quellbare Erbsenvarietät, aber auch nur diese, woher es kommt, daß er den beobachteten Quellungsverlauf für die Erbse als typisch erklärt, umsomehr, als die Versuche — mehrmals wiederholt — immer annähernd die gleichen Resultate ergaben. Die in den einzelnen Perioden vorkommenden Unregelmäßigkeiten werden ganz richtig auf den Antheil schwerer quellbarer Individuen zurückgeführt und der Umstand, daß das Wasser am Ende der zweiten Periode nicht wieder auf den Nullpunkt herabsank, wird in der etwas erhöhten Temperatur und in der Gegenwallung der zeitig eintretenden dritten Periode gesucht. — Die nach den ersten 10 Minuten constant verlaufende Volumenabnahme bei der Buschbohne lag offenbar in den beträchtlichen Hohlräumen, welche die letztere einschließt, wie dies auch experimentell nachgewiesen wurde. — Es fand hierbei ein einfaches Verschlucken des Wassers statt. — Die durch gesteigerte Temperatur bewirkte Volumvergrößerung des Wassers

wurde an einem ungefähr gleich großen Controlgefäße ohne Erbsen beobachtet; dieselbe erwies sich unter den herrschenden Temperaturen (17,5 bis 20°) als unbedeutend und betrug im Maximum 1,076 ccm.

Nach der von *Nobbe* angewandten Methode operirte auch *Detmer*; daß der letztere geringere Samenquantitäten und kleinere Versuchskolben verwendete, thut nichts zur Sache, da die charakteristischen Erscheinungen bei jeder beliebigen, nur nicht zu kleinen Quantität deutlich hervortreten. Der letztere Forscher benutzte weiße Riesenerbsen und kleine grüne Erbsen zu seinen Versuchen und konnte hierbei sehr beträchtliche Unterschiede hinsichtlich der einzelnen Quellungsstadien wahrnehmen; er hebt in Folge dessen hervor, daß wohl jede Erbsenvarietät sich in dieser Beziehung anders verhalten werde. Hätte *Detmer* mit mehrerlei weißen Riesenerbsen die in verschiedenen Jahrgängen geerntet waren oder auf verschiedenen Standorten erwuchsen etc. experimentirt, so wäre er zu dem Schlusse gekommen, daß auch innerhalb einer Varietät sehr bemerkenswerthe Differenzen sich geltend machen können, wie ich dies ja auch zur Genüge bei meinen Versuchen beobachtet habe. Ein etwas größerer oder geringerer Antheil schwerer quellbarer Individuen in einer bestimmten Samenquantität einer und derselben Erbsensorte, reicht ja schon hin um bei Wiederholung eines Versuches gewisse Abweichungen in der Curve des Wasserstandes horvorzurufen. *Detmer* fand, daß Erbsen nur im unversehrten Zustande die dritte Quellungsperiode normal hervortreten lassen; wurden sie entschält und die Cotyledonen zerschnitten oder wurden sie längere Zeit auf 100—103° C. erwärmt und dann wieder im lufttrockenen Zustande verwendet, so sank das Wasser in der dritten Periode, anstatt sich zu heben, 12 Stunden lang und stieg erst nach dieser Zeit in Folge der Gasentwickelung. *Detmer* folgert daraus, daß die charakteristische dritte Periode auf den anatomischen Bau der Cotyledonen zurückzuführen ist und in den ersten Stunden wenigstens nicht mit Kohlensäureentwickelung im Zusammenhange steht. Der genannte Forscher äußert sich in letzterer Beziehung wie folgt: Experimentirt man mit zerschnittenen Cotyledonen oder mit solchen Samen, deren gesammte feinere Structur durch höhere Temperatur wesentliche Modificationen erfahren hat, so kann das Wasser unmittelbar in die Interzellularräume eindringen, Hohlräume die früher Luft enthielten, erfüllen, daher das Sinken im Steigrohre. Bei unverletzten Samen «heben sich die Zellmassen während des dritten

Quellungsstadiums von einander ab, die vorhandenen Zwischenräume werden erweitert und damit ist die Ursache zum Zustandekommen der Zunahme im Gesammtvolumen der Samen, sowie des Wassers gegeben». Es scheint, als ob diese Erklärung der schließlichen Gesammtvolumenzunahme ohne genauere Kenntniß des anatomischen Baues der Erbse entstanden wäre. Wenn man einen nicht zu dünnen Schnitt aus den Cotyledonen unter dem Mikroskope im Momente des Anquellens beobachtet, so sieht man, wie derselbe eine fast plötzliche Volumenzunahme erfährt. Doch ist damit noch nicht das Quellungsmaximum erreicht, denn mit Hilfe eines Maßstabes läßt sich immer noch eine nachträgliche Volumvergrößerung des Schnittes nachweisen. Erst wenn diese zum Stillstande gekommen ist, ist das Maximum des Wassergehaltes erreicht. Man hat diesen letzteren Vorgang nach einer analogen Erscheinung bei elastischen Körpern, als die Nachwirkung der Quellung bezeichnet. Ueber das «Abheben der Zellmassen von einander» habe ich hierbei keine Vorstellung gewinnen können.

Die in den nachfolgenden Blättern mitgetheilten Versuche sind unter Zugrundelegung der von *Nobbe* und *Detmer* angewandten Methode vorgenommen worden. Sie hatten den Zweck, den Quellungsverlauf bei verschiedenen Varietäten von Pisum sativum zu studieren und im Anschlusse daran die in Folge der Wasseraufnahme sich ergebenden Veränderungen in Volumen und Gewichte der Versuchsobjecte zu untersuchen. Nothwendigerweise mußten sich die beobachteten Erscheinungen, abgesehen von äußeren Einflüssen, in letzter Instanz auf die anatomisch-physiologische Beschaffenheit der Erbse, bezw. der benutzten Varietäten zurückführen lassen. — Ich habe mich veranlaßt gefunden, dieser letzteren Frage eine eingehendere Aufmerksamkeit zu schenken, umsomehr, als eine richtige Beantwortung derselben wohl geeignet ist, hinsichtlich des Quellungsprocesses von Samen neue Gesichtspunkte zu eröffnen.

Die Erbsen der ersten Versuchsreihe wurden von Wiener Samenhandlungsfirmen bezogen, und zwar kamen zur Verwendung: Viktoriaerbsen, Felderbsen, Markerbsen und zwei Sorten von Zuckererbsen, die ich mit a und b bezeichnen will. Ueber die Gewichts- und Volumverhältnisse der genannten Varietäten im lufttrockenen Zustande, gibt die nachfolgende Tabelle Aufschluß.

	Mittleres Gewicht eines Kornes.	Mittleres Volum eines Kornes.	spez. Gewicht.
Viktoriaerbsen . .	0,267 g	0,191 ccm	1,406
Felderbsen . . .	0,274 „	0,195 „	1,4
Markerbsen . . .	0,202 „	0,158 „	1,275
Zuckererbse a . .	0,213 „	0,151 „	1,412
„ b . .	0,18 „	0,128 „	1,407.

Mit Ausnahme der Markerbsen, die im Allgemeinen die Form eines, von unebenen Flächen begrenzten Würfels besaßen, waren alle übrigen Varietäten rund und glatt. Da die obige Tabelle uns nur über die mittleren Dimensionen und Gewichte Aufschluß gibt, hebe ich noch hervor, daß der Größenunterschied der Körner innerhalb einer Varietät mitunter sehr beträchtlich war, namentlich zeigte sich dieß bei den Felderbsen und Zuckererbsen b, ferner bei den Viktoriaerbsen. Es ist dies von Wichtigkeit, indem ich immer gefunden habe, daß der Größenunterschied innerhalb einer Varietät auch einen Unterschied im spez. Gewichte bedingt, kleinere Körner spezifisch schwerer waren als größere und daß — wie weiter unten gezeigt werden soll — die Quellungsfähigkeit im innigsten Zusammenhange mit diesen Verhältnissen steht.

Von einer jeden Varietät wurden 200 g abgewogen und in weithalsigen Kolben, deren durchschnittliches Volum 760 ccm betrug, mit destillirtem Wasser übergossen, und durch Rütteln die den Körnern anhaftenden Luftblasen entfernt. Das Wasser wurde bis zur Mündung des Kolbens aufgefüllt und hierauf der Kautschuckpfropfen mit Thermometer und calibrirtem Steigrohr, dessen Weite circa 0,6 cm betrug, aufgesetzt. Durch Eindrehen des Korkes wurde der Wasserstand auf den Nullpunkt der Glasröhre eingestellt, überdies die Vorsicht beobachtet das Thermometer so tief einzusenken, daß die Quecksilberkugel von den quellenden Erbsen umgeben war. — Zu einem jeden Versuche wurde noch ein Controlversuch gemacht. Die erhaltenen Resultate sind auf den beigegebenen Tabellen zusammengestellt. — Ich gehe nun zu einer Interpretation derselben über, wobei ich bemerke, daß es an der Hand aufmerksamer, vergleichender Beobachtung nicht schwer fällt, die Oscillationen der Wassersäule, sowie die Unregelmäßigkeiten in den einzelnen Perioden einer richtigen Deutung zu unterwerfen.

Tabelle I.

Zeit.	Viktoria-erbse.		Felderbse.		Markerbse.		Zucker-erbse a.		Zucker-erbse b.		Kolben ohne Erbsen.		Luft.
Min.	Wasser-stand. ccm	Temperatur. °C	Wasser-stand. ccm	Temperatur. °C	Wasser-stand. ccm	Temperatur. °C	Wasser-stand. ccm	Temperatur. °C	Wasser-stand. ccm	Temperatur. °C	Wasser-stand. ccm	Temperatur. °C	Temperatur. °C
0	0	19,4	0	18,6	0	17	0	16,5	0	17,9	0	18,5	21,6
15	0,55	19,6	0,2	19,1	0,74	17,5	0,61	17,4	0,56	19,4	0,1	18,9	21,9
„	1,03	19,8	0,41	19,3	1,26	17,8	0,78	17,8	0,9	19,6	0,13	19	22
„	1,52	20	0,61	19,6	1,52	18,2	0,93	18,1	1,2	19,7	0,13	19,3	22,3
„	1,79	20,2	0,7	19,8	1,74	18,4	1,03	18,4	1,43	19,8	0,13	19,4	22,3
„	2,1	20,4	0,82	20	1,85	18,7	1,17	18,6	1,66	20	0,16	19,6	22,3
„	2,03	20,5	0,94	20,1	1,81	19	1,32	19	1,86	20,1	0,16	19,8	22,3
„	2,03	20,6	1	20,3	1,66	19,2	1,42	19,3	1,96	20,3	0,2	20	22,3
„	2	20,8	1,05	20,5	1,33	19,4	1,51	19,5	2	20,4	0,2	20	22,3
„	1,89	20,9	1,4	20,6	1,03	19,7	1,53	19,7	1,93	20,6	0,2	20	22,3
„	1,79	21	1,2	20,8	0,52	19,9	1,75	19,9	1,81	20,7	0,2	20,2	22,3
„	1,65	21,2	1,35	20,8	0,15	20	1,64	20	1,66	20,8	0,2	20,3	22,4
„	1,55	21,3	1,41	21	0	20,1	1,64	20,2	1,56	20,9	0,23	20,5	22,3
„	1,55	21,5	1,53	21,1	−0,18	20,3	1,68	20,4	1,43	21	0,23	20,7	22,3
„	1,38	21,6	1,67	21,2	−0,18	20,5	1,71	20,6	1,4	21	0,23	20,7	22,3
„	1,34	21,7	1,88	21,3	−0,74	20,6	1,75	20,6	1,4	21,1	0,23	20,7	22,3
„	1,41	21,7	2,06	21,4	0,22	20,7	1,78	20,6	1,36	21,2	0,23	20,8	22,3
„	1,48	21,8	2,29	21,5	0,33	20,8	1,78	20,9	1,46	21,3	0,26	21	22,3
„	1,55	21,8	2,53	21,6	0,88	21	1,78	21	1,46	21,3	0,26	21	22,3
„	1,68	21,9	2,82	21,7	1,33	21	1,78	21,1	1,5	21,3	0,26	21	22,2
„	1,86	21,9	3,14	21,7	0,18	21,1	1,78	21,2	1,63	21,4	0,26	21	22,1
„	2,03	22	3,47	21,8	2,48	21,1	1,82	21,2	1,73	21,5	0,26	21	22,1
„	2,27	22	3,85	21,8	3,11	21,2	1,89	21,3	1,86	21,5	0,26	21	22,1
„	2,51	22	4,23	22	4,07	21,2	1,96	21,4	2	21,6	0,26	21,1	22,2
„	2,89	22,1	4,85	22	4,59	21,3	2,07	21,5	2,16	21,7	0,3	21,2	22,2
„	3,17	22,2	5,29	22,1	5,18	21,5	2,17	21,7	2,33	21,8	0,3	21,3	22,3
„	3,44	22,3	5,67	22,2	5,6	21,7	2,25	21,8	2,46	21,9	0,3	21,5	22,5
„	3,75	22,4	6,29	22,3	5,82	21,9	2,39	21,9	2,6	22	0,3	21,5	22,5
„	4,06	22,6	6,82	22,4	6,6	22	2,53	22	2,76	22	0,33	21,6	22,7
„	4,37	22,6	7,23	22,5	7,03	22	2,64	22,1	2,86	22,1	0,33	21,6	22,7
„	4,68	22,6	7,7	22,6	7,39	22,1	2,82	22,3	3	22,2	0,33	21,8	23
„	4,89	22,7	8,06	22,6	8,03	22,2	2,96	22,4	3,06	22,3	0,33	21,8	22,5
„	5	22,7	8,44	22,7	8,07	22,3	3,1	22,5	3,13	22,4	0,33	21,9	22,5
„	5,25	22,8	8,67	22,8	8,43	22,4	3,25	22,6	3,16	22,5	0,30	22	22,5
„	5,35	22,8	9,29	22,9	8,6	22,5	3,39	22,7	3,2	22,7	0,36	22	22,4
„	5,35	22,9	9,28	23	9,1	22,6	3,42	22,7	3,2	22,7	0,36	22	22,8
„	5,35	23	9,73	23	9,28	22,8	3,53	22,7	3,23	22,8	0,36	22	23,2
„	5,28	23	9,79	23	9,5	22,9	3,71	22,8	3,23	22,9	0,36	22,1	23
„	5,11	23	9,82	23,2	10,5	23	3,96	22,9	3,26	23,1	0,4	22,1	22,6
30	5,07	23,2	9,76	23,2	10,9	23,2	4,1	23	3,3	23,2	0,4	22,2	22,5
„	5	23,3	9,7	23,5	11,9	23,4	4,76	23	3,23	23,4	0,43	22,3	24
„	4,96	23,4	9,61	23,6	13	23,5	4,82	23,2	3,23	23,5	0,43	22,5	24
„	4,96	23,5	9,47	23,8	14,1	23,8	5,18	23,4	3,3	23,7	0,43	22,6	23,2
„	5,11	23,7	8,51	23,8	16,14	24	5,46	23,6	3,36	23,8	0,46	22,6	24
„	5,32	23,8	8,47	23,8	17,5	24	5,71	23,7	3,63	23,9	0,5	22,9	24,2
„	5,85	23,9	8,47	24			6,43	23,9	4,13	24	0,5	23	24,2
„	6,78	24	8,35	24,2			6,96	24	5,33	24,1	0,56	23,2	24
„	9	24,3	8,19	24,5			7,39	24,1	7	24,3	0,6	23,5	24
50	9	24,6	8,19	24,8			8	24,2	11,5	24,5	0,6	23,8	24
„	9,64	24,6	8,29	25			9,28	24,6			0,6	23,8	24

Tabelle II (Controlversuch).

Zeit.	Viktoria-erbse.		Felderbse		Markerbse.		Zucker-erbse a.		Zucker-erbse b.		Kolben ohne Erbsen.		Luft.
Min.	Wasser-stand. ccm	Tem-peratur. °C	Wasser-stand. ccm	Tem-peratur. °C	Wasser-stand. ccm	Tem-peratur. °C	Wasser-stand. ccm	Tem-peratur. °C	Wasser-stand. ccm	Tem-peratur. °C	Wasser-stand. ccm	Tem-peratur. °C	Tem-peratur. °C
0	0	18,5	0	18,7	0	18,4	0	18,6	0	18,6	0	18,6	20
15	0,6	18,6	0,08	18,7	0,43	18,5	0,06	18,7	0,13	18,7	0	18,7	21
"	0,6	18,8	0,12	18,8	0,74	18,6	0,15	18,9	0,32	18,9	0,03	18,8	22
"	0,6	18,8	0,28	19	0,74	18,8	0,14	19	0,77	19,4	0,06	18,9	21,3
"	0,75	18,8	0,29	19,1	0,82	19	0,54	19,3	1,03	19,6	0,06	19,3	22,3
"	0,82	18,9	0,29	19,5	0,93	19,4	0,74	19,7	1,13	19,6	0,1	19,6	22,3
"	0,86	18,9	0,32	19,6	1,03	19,6	0,82	20	1,38	19,6	0,13	19,8	22,3
"	0,89	19	0,32	19,9	1,1	19,9	0,96	20,2	1,66	19,8	0,16	20	22,8
"	0,86	19,2	0,38	20,1	1,07	20,2	1,07	20,4	1,77	20	0,16	20,2	23
"	0,79	20,3	0,28	20,3	0,96	20,4	1,1	20,6	1,67	20,2	0,2	20,4	23
"	0,72	20,5	0,29	20,5	0,81	20,6	1,1	20,9	1,55	20,4	0,23	20,5	23
"	0,6	20,7	0,29	20,7	0,57	20,8	1,1	21	1,32	20,6	0,23	20,7	22,1
"	0,55	20,9	0,29	21	0,39	21	1,1	21,2	1,13	20,8	0,26	20,9	22,6
"	0,52	21	0,32	21,1	0,22	21,2	1,07	21,4	1	21	0,3	20	22,9
"	0,48	21,2	0,35	21,2	0,15	21,4	1,03	21,6	0,96	21	0,3	21,1	23
"	0,48	21,4	0,39	21,3	0,15	21,5	1	21,8	0,96	21,3	0,33	21,2	21,5
"	0,44	21,5	0,44	21,4	0,15	21,7	0,93	22	1	21,5	0,33	21,3	23
"	0,44	21,6	0,61	21,6	0,15	21,8	0,89	22	1,13	21,6	0,33	21,5	22,8
"	0,44	21,7	0,85	21,8	0,28	22	0,85	22,1	1,22	21,7	0,36	21,6	23
"	0,48	21,7	1,03	21,9	0,52	22,1	0,85	22,2	1,39	21,8	0,36	21,7	23
"	0,48	21,8	1,23	22	0,79	22,1	0,89	22,2	1,61	21,8	0,4	21,8	23
"	0,55	21,9	1,56	22	1,1	22,2	0,89	22,4	1,98	21,8	0,4	21,8	23
"	0,6	22	1,79	22,1	1,46	22,2	0,89	22,4	2,06	21,9	0,4	21,9	22,7
"	0,6	22,1	1,85	22,2	1,98	22,3	0,93	22,5	2,39	22	0,43	21,9	23
"	0,6	22,1	2,53	22,2	2,39	22,3	0,93	22,5	2,52	22	0,43	22	22,4
"	0,6	22,2	2,82	22,2	2,92	22,4	0,96	22,5	2,68	22	0,43	22	22,1
"	0,72	22,2	3,14	22,3	3,35	22,5	1,03	22,5	2,87	22	0,43	22	22,4
"	0,82	22,2	3,56	22,4	3,89	22,5	1,03	22,5	3,06	22	0,43	22	22,5
"	0,89	22,2	3,77	22,3	4,35	22,5	1,1	22,5	3,16	22,1	0,43	22	22,4
"	1,06	22,3	4,03	22,3	5	22,5	1,14	22,5	3,2	22,1	0,43	22	23
"	1,12	22,3	4,23	22,3	5,46	22,4	1,18	22,5	3,16	22,1	0,43	22	23,1
"	1,27	22,4	4,47	22,4	5,85	22,5	1,25	22,5	3,13	22,1	0,48	22,1	23,1
"	1,37	22,4	4,59	22,4	6,43	22,5	1,35	22,6	3,06	22,2	0,46	22,2	23,1
"	1,55	22,5	4,67	22,5	6,89	22,6	1,52	22,7	2,87	22,3	0,46	22,2	23,5
"	1,65	22,6	4,7	22,5	7,5	22,7	1,5	22,8	2,86	22,4	0,46	22,3	23,5
"	1,79	22,6	4,79	22,6	7,78	22,7	1,57	22,9	2,71	22,5	0,46	22,4	23,6
"	2	22,6	4,82	22,7	8,21	22,8	1,64	23	2,76	22,6	0,46	22,5	23,6
"	2,17	22,7	4,82	22,8	8,75	22,9	1,78	23,1	2,58	22,8	0,5	22,6	24
"	2,58	22,8	4,88	22,9	9,17	23	1,89	23,3	2,52	23	0,5	22,8	23,6
30	3,93	23	5,3	23	11,4	23	2,07	23,3	2,45	23,4	0,53	23	24,5
"	4,34	23,2	5,32	23,2	11,17	23,3	2,28	23,7	2,48	23,4	0,53	23,2	24,2
"	4,92	23,4	5,12	23,5	12,7	23,6	2,57	24	2,6	23,6	0,56	23,4	23
"	5,37	23,5	4,55	23,6	13	23,8	2,72	23,9	2,61	23,7	0,6	23,4	23,8
"	5,32	23,5	5,23	23,6	15	23,8	2,96	24	2,86	23,8	0,63	23,4	24
"	6,34	23,7	5,23	23,8	16,7	23,9	3,19	24,1	3,29	23,9	0,6	23,5	23,5
"	7,44	23,7	5,29	24	17,5	24	2,39	24,1	3,68	24	0,63	23,6	23,5
"	7,48	23,7	5,35	24	17,5	24	3,75	24,2	4,64	24	0,63	23,6	23,2
"	8,55	23,7	5,35	24			4,07	24,2	5,8	24	0,63	23,6	23
50	8,55	23,8	5,47	24			4,75	24,2	7,26	24	0,63	23,6	23,5
"	8,55	23,8	5,52	24			5,39	24,2	8,19	24	0,63	23,7	23,3

Viktoriaerbse.

Der Culminationspunkt der ersten Periode war in $^5/_4$ Stunden mit einer Gesammtvolumenzunahme von 2,1 ccm erreicht. Hierauf folgte ein langsames Sinken und trat das Ende der zweiten Periode nach weiteren $3^3/_4$ Stunden ein, mit einem Wasserstande von 1,34 ccm über 0. Fast sofort aber hob sich die Wassersäule, blieb nach $4^1/_4$ Stunden auf der Höhe von 5,35 ccm über 0 eine Stunde stationär, senkte sich dann abermals durch $2^1/_2$ Stunden bis auf 4,96 ccm, um dann schließlich nach ziemlich gleichmäßigem Ansteigen den Betrag von 9,64 ccm. über dem Anfangsvolum zu erreichen.

Bei der Controle war die Gesammtvolumenzunahme der ersten Periode mit 0,89 ccm über dem Anfangsvolum erst nach $1^3/_4$ Stunden erreicht. Die tiefste Depression trat nach weiteren 4 Stunden mit einem Wasserstande von 0,44 ccm über 0 ein. Hierauf stieg derselbe allmälig, blieb zweimal im Laufe der dritten Periode stationär und erreichte zum Schluß die Höhe von 8,55 cbcm. über dem Anfangsvolum. Der Antheil schwerer quellbarer Individuen scheint hier etwas größer gewesen zu sein, denn die Perioden traten nach längeren Zeiträumen ein und der Wasserstand im Steigrohre war am Ende ein geringerer. —

Im Ganzen zeigt der Quellungsverlauf bei der Victoriaerbse, daß die Ausschlag gebende Mehrzahl der Individuen ziemlich gleichmäßig anquoll, obgleich das Stationärbleiben in der dritten Periode und namentlich die abermalige Depression bei dem ersten Versuche darauf hindeuten, daß noch immerhin eine beträchtliche Anzahl schwerer quellbarer Körner vorhanden war, deren Testa sich erst zu falten begann, als die meisten übrigen Samen bereits im dritten Quellungsstadium angelangt waren. — Die sichtbare Entwickelung von Gasblasen trat nach 13 Stunden ein und war am Schlusse in beiden Fällen schon ziemlich lebhaft.

Felderbse.

Bei dem ersten Versuche mit dieser Erbse kam ein Culminationspunkt in der ersten Periode gar nicht zum Ausdruck, man müßte denn das nach $1^1/_4$ Stunden eingetretene, sehr verlangsamte Steigen als einen solchen nehmen. Die Gesammtvolumenzunahme betrug nach dieser Zeit im Mittel 1 ccm. Nach einer weiteren halben Stunde erfolgte aber das Steigen wieder sehr regelmäßig. Eine ausgesprochene Culmination war

erst nach $9^1/_2$ Stunden, mit einem Wasserstand von 9,82 ccm über 0 bemerkbar, worauf wieder langsames Sinken bis zum Schlusse des Versuches erfolgte. Bei der Controle kommt eine sehr schwach ausgeprägte erste und zweite Periode zum Ausdruck. In dem letzten Quellungsstadium stieg das Wasser sehr allmälig. Die Gesammtvolumenzunahme betrug am Ende 5,52 ccm.

Der ganze Verlauf des Quellungsprocesses bei der Felderbse zeigt, daß hier die Ausschlag gebende Mehrzahl der Körner das Wasser schwerer aufgenommen hatte, als die Viktoriaerbsen. — Die bei dem ersten Versuche erst nach $9^1/_2$ Stunden eingetretene Culmination vertritt hier die erste Periode, wie dies auch das nachherige, regelmäßige Sinken deutlich zeigt. Damit in Uebereinstimmung steht, daß am Schlusse bei Versuch und Controle nur Spuren von Gasentwickelung bemerkt wurden.

Markerbse.

Das Ende der ersten Periode tritt hier zu gleicher Zeit wie bei den Viktoriaerbsen ein, nämlich nach $^5/_4$ Stunden, mit einer Gesammtvolumenzunahme von 1,85 ccm. Dann erfolgt ein stetiges Sinken bis unter 0, die tiefste Depression ist nach $3^3/_4$ Stunden mit einem Wasserstande von —0,74 ccm erreicht. Die dritte Periode macht sich durch ein immer schneller werdendes Steigen bemerkbar bis zum Ende des Versuches. Die Gesammtvolumenzunahme betrug 17,5 ccm.

Bei der Controle sank die Wassersäule in der zweiten Periode nicht bis unter 0 und erreichte in der ersten Periode nicht dieselbe Höhe wie beim ersten Male, Umstände, welche darauf hinweisen, daß hier mehr schwer quellbare Individuen vorhanden waren. Doch gleicht sich dieser Unterschied zum Schlusse vollständig aus.

Der gleichmäßige Verlauf der drei Quellungsstadien, der von keinem Stationärbleiben der Wassersäule unterbrochen wird, beweist, daß die Markerbsen sehr gleichmäßig anquellen. Die Individualität kommt hier bei Weitem weniger zur Geltung als bei den übrigen verwendeten Varietäten. Das gegen Ende in beiden Fällen sehr rapid verlaufende Ansteigen der Wassersäule steht in guter Uebereinstimmung mit der immer lebhafter werdenden Kohlensäureentwickelung. Der Umstand, daß in beiden Fällen die Wassersäule am Ende der zweiten Periode sehr tief herabsank,

beim ersten Versuche sogar unter 0, deutet darauf hin, daß die verlorene Quellung hier eine größere Rolle spielte.

Zuckererbse a.

Der Culminationspunkt der ersten Periode wird erst in 2½ Stunden mit einer Gesammtvolumenzunahme von 1,75 ccm erreicht. Das Ende der zweiten Periode tritt schon nach einer weiteren halben Stunde mit einem Wasserstande von 1,75 ccm über 0 ein. In der dritten Periode steigt das Wasser sehr langsam an, erreicht nach einer Stunde den Betrag von nur 1,78 ccm über dem Anfangsvolum und bleibt auf diesem Punkte eine weitere volle Stunde, nach welcher Zeit sich die Hebung mit schwacher Intensität bis zum Schlusse fortsetzt. Die Gesammtvolumenzunahme beträgt 9,28 ccm. Damit steht die bei Beendigung dieser, sowie des Controlversuches sehr schwach auftretende Gasentwickelung im Zusammenhange.

Auch bei der Controle trat das Ende der ersten Periode relativ spät, d. h. nach 2¼ Stunden ein; die Gesammtvolumenzunahme betrug nur 1,1 ccm; erst nach einer weiteren Stunde sank das Wasser wieder und erreichte nach 4½ Stunden den tiefsten Stand mit 0,85 ccm über dem Anfangsvolum, hierauf erfolgte sehr allmäliges Ansteigen. Am Schlusse betrug der Wasserstand nur 5,39 ccm über 0.

Der langsame Eintritt der ersten Periode in beiden Fällen, die überdies noch undeutlich ausgeprägt war, das Stationärbleiben und sehr langsame Ansteigen der Wassersäule in der dritten Periode weisen darauf hin, daß wir es hier mit der Mehrzahl nach schwer quellbaren Individuen zu thun haben und zeigt diese Zuckererbse in ihrem Quellungsverlauf noch die meiste Aehnlichkeit mit der Felderbse.

Zuckererbse b.

Der Culminationspunkt der ersten Periode tritt analog wie bei dem vorigen Versuche erst in zwei Stunden ein, einer Gesammtvolumenzunahme von 2 ccm entsprechend; hingegen kommt hier abweichend von a eine zweite Periode klar zum Ausdruck, deren Ende aber erst nach weiteren 2 Stunden mit der tiefsten Depression, gleich 1,36 ccm über dem Anfangsvolum erreicht ist. Verhältnißmäßig rapid setzt dann die dritte Periode ein, welche aber gegen Ende des Versuches abermals eine Retardation erfährt. Die Gesammtvolumenzunahme betrug am Schlusse

11,33 ccm. — In Uebereinstimmung mit diesen Resultaten steht das Ergebniß des Controlversuches. — Auch die Zuckererbsen b haben eine ziemlich schwere Quellbarkeit gezeigt, aber nicht in so hohem Maße wie die Zuckererbsen a, ebenfalls war die Kohlensäureentwickelung eine lebhaftere.

Im Ganzen lassen die Fluktuationen der Wassersäule bei der ersten Versuchsreihe mit ziemlicher Genauigkeit auf die Beschaffenheit der 5 verwendeten Erbsenvarietäten zurückschließen und können wir jetzt schon mit einiger Bestimmtheit sagen, daß sich die Zuckererbsen a und die Felderbsen als am schwersten quellungsfähig erwiesen haben; ihnen folgen dann die Zuckererbsen b, ferner die Viktoriaerbsen und schließlich die Markerbsen, welche ein von den vorigen sehr abweichendes Verhalten zeigten.

Um den Verlauf des Quellungsprocesses bei den obigen Varietäten direkt zur Anschauung zu bringen, wurden je 500 Körner in flachen Schalen in destil. Wasser, dessen Temperatur ca. 18° C betrug, eingequellt, und in anfangs kürzeren, später längeren Intervallen, die in den verschiedenen Stadien der Quellung befindlichen Samen abgezählt und ausgeschieden.

	Anzahl der vollständig gefalteten Samen: nach Stunden.							Testa wieder glatt	Testa noch gefaltet	Ungequollener Rest
	1	2	3	4	5	7	9	nach 12 Stunden.		
Zuckererbsen a	—	4	19	35	57	45	22	300	85	115
Felderbsen	3	6	50	55	92	76	64	346	142	12
Zuckererbsen b	—	17	39	49	62	81	63	311	179	10
Viktoriaerbsen	5	21	43	46	71	100	88	374	124	2
Markerbsen	12	27	60	86	90	217	106	498	0	2.

Die Resultate in obiger Tabelle stehen mit den Schlußfolgerungen, welche hinsichtlich der Quellungsfähigkeit der einzelnen Varietäten aus dem Verhalten in den Versuchskolben, gezogen wurden, in Uebereinstimmung.

Eine gewisse Correlation zwischen den spez. Gewichten und dem Quellungsvermögen ist unverkennbar. Die spez. Gewichte betrugen bei: Zuckererbse a = 1,412; Felderbse = 1,4; Zuckererbse b = 1,407; Viktoriaerbse = 1,406; Markerbse = 1,275. — Die Resultate stehen

mit der bekannten Thatsache, daß die spec. schwereren Samen auch minder quellungsfähig sind im Einklang: die Markerbsen, als die leichtesten, waren während der Versuchsdauer am meisten angequollen.

Was schließlich die Temperaturerhöhung des Wassers bei dieser Versuchsreihe anlangt, so ist dieselbe aus folgender Tabelle ersichtlich:

	Temperatur ° C. Anfang.	Ende.	Differenz.
Zuckererbse a	16,5	24,6	8,3
Felderbse	18,6	25	6,4
Zuckererbse b	17,9	24,5	6,6
Viktoriaerbse	19,4	24,6	5,2
Markerbse	17,0	24,0	7,0
Im Controlgefäß[1])	18,5	23,8	5,3
Temp. der Luft	21,6	24	2,4.

Die Temperatur des zur Quellung verwendeten Wassers war niedriger als jene des Versuchsraumes, erreichte aber dieselbe in etwa 7 Stunden. Am Schlusse war die Temperatur des Wassers in den Versuchskolben allgemein höher als die der Luft und als die des Wassers im Controlgefäße. Der Gang der Temperatur in den Versuchskolben hielt nicht gleichen Schritt mit den Volumveränderungen des Quellwassers, zeigte vielmehr eine langsame, gleichmäßige Steigerung, jedenfalls bedingt durch die höhere Temperatur des Versuchsraumes. Eine Wärmeerhöhung im Controlgefäße um 5,3° C entsprach einer Volumzunahme von 0,6 ccm und läßt sich darnach der Antheil, den die Wärmeerhöhung an der Volumzunahme des Wassers in den Versuchskolben hatte, leicht bemessen; dieser Antheil ist ein relativ geringer und vermag die Qellungscurve nicht wesentlich zu alteriren.

Die Temperatur des Wassers im Controlgefäße ist im Durchschnitte um 0.78° C niedriger, als die in den Kolben mit Erbsen und steht in Uebereinstimmung mit den Volumveränderungen des Wassers in diesem Gefäße. — Das Plus der Temperatur in den Versuchskolben ist demnach einzig und allein dem Quellungsprocesse zuzuschreiben und hat die Wasserverdichtung jedenfalls einen Theil daran.

[1]) Das Controlgefäß besaß denselben Rauminhalt wie die Versuchskolben, enthielt somit eine größere Wassermenge als die letzteren, in welchen ja außer Wasser noch Erbsen vorhanden waren. Bei gleichem Wassergehalte würde die Endtemperatur im Controlgefäße etwas erhöht ausgefallen sein.

Für den Controlversuch stellen sich die Anfangs- und Endtemperaturen etwas anders dar, weil hier die Vorsicht beobachtet wurde, das Wasser längere Zeit im Versuchsraume stehen zu lassen und sich dieses der Temperatur des letzteren genähert hatte.

Die Temperaturerhöhung ist aus den nachfolgenden Zahlen ersichtlich:

	Temperatur °C. Anfang.	Ende.	Differenz.
Zuckererbsen a	18,6	24,2	5,6
Felderbsen	18,7	24	5,3
Zuckererbsen b	18,6	24	5,4
Viktoriaerbsen	18,5	23,8	5,3
Markerbsen	18,4	24	5,6
Im Controlgefäß	18,6	23,7	5,1
Temp. der Luft	20	24	4.

Auch hier war die Temperatur des Quellwassers niedriger als die des Versuchsraumes; eine beiläufige Ausgleichung fand in der 9. bis 11. Stunde statt. Die Temperatur des Wassers in den Versuchskolben war am Schlusse überall höher als im Gefäße ohne Erbsen und verweise ich in dieser Beziehung auf das bereits Gesagte.

Ich gehe nun zur Mittheilung der Resultate der zweiten Versuchsreihe über. Es wurden wieder fünferlei Erbsen, von *Metz u. Comp.* in Berlin bezogen, verwendet, nämlich: die kleine grüne Klunkererbse, die große grüne Klunkerbse, eine Markerbse, welche ich zum Unterschiede der in der ersten Versuchsreihe angewandten, mit b bezeichnen will, ferner die gelbe Feldklunkererbse und die Feldriesenerbse.

Ueber die Gewichts- und Volumverhältnisse der genannten Varietäten gibt die folgende Tabelle Aufschluß.

	Mittl. Gew. eines Kornes.	Mittl. Volum eines Kornes.	Spez. Gew.
Kleine, grüne Klunkererbse	0,146	0,104	1,41
Große, „ „	0,279	0,197	1,377
Markerbse b	0,19	0,141	1,355
Gelbe Feldklunkererbse	0,222	0,164	1,353
Riesenfelderbse	0,366	0,225	1,402.

Mit Ausnahme der Markerbse b und der gelben Feldklunkererbse, waren sämmtliche Varietäten rund und glatt; die ersteren besaßen eine unebene Oberfläche, aber nicht in demselben Maße, wie die Markerbse a

und zeichneten sich auch durch höheres spez. Gewicht vor der letzteren aus. Auch waren die Größenunterschiede innerhalb einer Varietät nicht so bedeutend, wie bei den Erbsen der ersten Versuchsreihe; überhaupt war das Material von gleichmäßigerer und schönerer Beschaffenheit.

Da ich die Versuchsmethode bereits auseinandergesetzt habe, gehe ich ohneweiters zur Interpretation der beigegebenen Tabellen III und IV über.

Kleine, grüne Klunkererbse.

Der Quellungsverlauf charakterisirt sich bei dieser Varietät durch fortwährendes, allmäliges Steigen der Wassersäule, das bis zur 10. Stunde keine Retardation erleidet; die Gesammtvolumenzunahme nach dieser Zeit betrug 7,58 ccm. Von da ab verringert sich der Wasserstand, um sich am Schlusse wieder bis zum Betrage von 6,55 ccm über 0 zu erheben.

Bei der Controle macht sich gar keine Periode geltend; das Wasser steigt $8^1/_2$ Stunden regelmäßig, hierauf verzögert sich aber das Ansteigen sehr auffallend und haben wir darin jedenfalls den Eintritt der ersten Periode zu erblicken. Die Gesammtvolumenzunahme betrug am Schlusse 6 ccm.

Wir hatten bereits einen ähnlichen Quellungsverlauf bei der Felderbse zu verzeichnen; bei derselben trat ebenfalls in einem Falle eine schwach ausgeprägte Culmination ein, im anderen war eine solche gar nicht wahrzunehmen. — Der Quellungsverlauf bei der kleinen, grünen Erbse erklärt sich in ähnlicher Weise. Auch hier war die ausschlaggebende Mehrzahl aus schwer quellbaren Individuen zusammengesetzt, doch zeigt namentlich das regelmäßige, stetige Ansteigen zu Beginn, daß hier auch leicht und sehr leicht quellbare Individuen vorhanden waren. — Eine Gasentwickelung wurde nicht wahrgenommen.

Große, grüne Klunkererbse.

Der Wasserstand in der Glasröhre betrug nach $1^1/_2$ Stunden, am Ende der ersten Periode 0,47 ccm über 0, fiel nach 5 Stunden auf -0,62 ccm und erreichte am Schlusse den Betrag von 6,47 ccm über dem Anfangsniveau. Bei der Controle gestalten sich diese 3 Werthe, in derselben Reihenfolge wie folgt: 1,18, -0,3, 7,12.

Tabelle III.

Zeit.	Kleine, grüne Klunkererbse.		Große, grüne Klunkererbse.		Markerbse.		Gelbe Klunker-Felderbse.		Riesen-Felderbse.		Kolben ohne Erbsen.		Luft.
Min.	Wasserstand. ccm	Temperatur. °C	Wasserstand. ccm	Temperatur °C	Wasserstand. ccm	Temperatur. °C	Wasserstand. ccm	Temperatur. °C	Wasserstand. ccm	Temperatur °C	Wasserstand. ccm	Temperatur. °C	Temperatur. °C
0	0	18,6	0	18,6	0	18,3	0	18,3	0	18,3	0,03	18,4	20
15	0,1	18,6	·0,08	18,7	0,44	18,4	1,32	18,6	0,36	18,3	0,03	18,5	21
„	0,27	18,8	0,29	18,9	0,86	18,9	1,85	19,5	1,13	18,7	0,06	18,6	21,3
„	0,31	19	0,32	19,1	0,93	19,1	2	19,7	1,63	19	0,06	18,7	21,5
„	0,37	19,3	0,32	19,5	0,79	19,5	2,07	20.1	1,4	19,4	0,1	19	22,2
„	0,52	19,6	0,4	19,9	0,64	20	2,28	20,5	1,4	19,8	0,13	19,4	23
„	0,62	19,8	0,47	20,1	0,57	20,4	2,5	20,9	1,43	20	0,16	19,8	23,5
„	0,72	20,1	0,47	20,4	0,5	20,7	2,53	21,3	1,42	20,3	0,23	20	23,4
„	0,79	20,5	0,47	20,8	0,39	21,1	2,46	21,6	1,33	20,7	0,26	20,3	24,2
„	0,89	20,7	0,32	21,2	0,32	21,7	2,21	22	1,16	21,1	0,3	20,5	24,5
„	1,03	21	0,18	21,6	0,25	22	2	22,4	1,06	21,5	0,33	21	24,5
„	1,14	21,4	0	22	0,25	22,4	1,6	22,7	0,8	21,8	0,36	21,4	24,3
„	1,2	21,6	−0,23	22,2	0,21	22,7	1,28	23	0,6	22	0,4	21,6	24,3
„	1,34	21,8	−0,38	22,5	0,21	23	1,1	23,2	0,5	22,4	0,4	21,8	24,2
„	1,45	22,1	−0,44	22,7	0,21	23	0,89	23,4	0,43	22,6	0,43	22	24,4
„	1,6	22,3	−0,47	22,9	0,18	23,3	0,82	23,5	0,33	22,8	0,43	22,2	23
„	1,68	22,5	−0,5	23	0,14	23,2	0,78	23,5	0,3	22,9	0,46	22,3	23
„	1,79	22,6	−0,59	23	0,21	23,2	0,85	23,6	0,3	23	0,46	22,3	23,5
„	1,96	22,7	−0,56	23,1	0,32	23,2	0,89	23,6	0,3	23	0,46	22,3	23,7
„	2,1	22,7	−0,59	23,2	0,5	23,2	0,96	23,6	0,4	23	0,46	22,4	23
„	2,42	22,7	−0,62	23,2	0,64	23,3	1,03	23,6	0,5	23	0,5	22,5	23,8
„	2,44	22,8	−0,59	23,3	0,75	23,2	1,28	23,7	0,63	23,1	0,5	22,1	24
„	2,68	23	−5,3	23,3	0,97	20,1	1,39	23,7	0,83	23,2	0,5	22,6	24
„	2,86	23	−0,47	23,5	1,18	23,1	1,5	23,7	1	23,2	0,5	22,7	23,6
„	3,17	23,1	−0,35	23,6	1,32	23,2	1,71	23,8	1,23	23,3	0,53	22,8	23,6
„	3,48	23,2	−0,29	23,6	1,53	23,2	1,85	23,8	1,43	23,3	0,53	22,8	23,5
„	3,79	23,2	−0,18	23,6	1,75	23,2	2,03	23,8	1,73	23,3	0,53	22,9	23,6
„	4,03	23,2	−0,12	23,7	1,85	23,2	2,28	23,8	1,93	23,3	0,53	23	23,3
„	4,41	23,3	0	23,8	2	23,2	2,46	23,8	2,23	23,3	0,53	23	23
„	4,86	23,3	0,1	23,8	2,14	23,2	2,57	23,8	2,53	23,3	0,53	23	23
„	5,17	23,4	0,29	23,8	2,21	23,2	2,68	23,8	2,73	23,3	0,53	23	23
„	5,41	23,4	0,35	23,8	2,25	23,2	2,89	23,8	2,93	23,3	0,53	23	22,9
„	5,65	23,4	0,5	23,8	2	23,1	3,06	23,8	3,23	23,3	0,53	23	22,7
„	5,86	23,4	0,62	23,8	2,07	23,1	3,1	23,7	3,4	23,3	0,5	22,9	22,3
„	6	23,3	0,71	23,7	2,01	23	3,35	23,6	3,66	23,2	0,5	22,9	22,5
„	6,1	23,3	0,73	23,6	2,1	23	3,57	23,6	3,83	23,2	0,5	22,8	23
„	6,13	23,3	0,85	23,5	2,14	23	3,75	23,5	4,06	23	0,46	22,8	23,2
„	6,55	23,2	0,94	23,4	2,14	22,9	3,92	23,5	4,33	23	0,46	22,8	23,8
„	7,24	23,2	1,03	23,4	2,21	22,9	4,5	23,4	4,46	23	0,46	22,8	24
30	7,58	23,2	1,3	23,3	2,43	22,8	4,85	23,4	5,16	23	0,46	22,8	23
„	6,20	23,2	1,53	23,2	2,5	22,8	5,53	23,4	5,46	23	0,46	22,9	23,3
„	6,06	23,2	1,9	23,2	2,68	22,68	6,04	23,4	5,57	23	0,46	22,9	23,7
„	5,89	23,2	2,23	23,3	2,85	23	6,82	23,5	6	23	0,46	22,9	23,8
„	5,68	23,2	2,65	23,3	3,06	23	7,57	23,5	6	23,	0,5	23	23,9
„	5,55	23,3	3	23,3	3,28	23	8,46	23,6	7,1	23,2	0,5	23,1	23,8
„	5,41	23,4	3,48	23,5	3,64	23,2	9,42	23,7	6,66	23,4	0,53	23,3	23,4
„	5,65	23,5	3,94	23,6	4,1	23,5	10,5	23,8	6,83	23,5	0,56	23,4	23,5
„	5,73	23,6	4,64	23,7	4,78	23,7	11	24	7,1	23,7	0,56	23,6	23,5
50	5,8	23,8	5,70	23,9	6,07	23,9	12,5	24,2	8	23,8	0,56	23,6	23,5
„	6,55	23,8	6,47	23,9	6,07	24			9	23,8	0,56	23,6	23,5

Tabelle IV (Controlversuch).

Zeit.	Kleine, grüne Klunkererbse.		Große, grüne Klunkererbse.		Markerbse.		Gelbe Klunker-Felderbse.		Riesen-Felderbse.		Kolben ohne Erbsen.		Luft.
Min.	Wasserstand. ccm	Temperatur. °C	Wasserstand. ccm	Temperatur. °C	Wasserstand. ccm	Temperatur. °C	Wasserstand. ccm	Temperatur. °C	Wasserstand. ccm	Temperatur. °C	Wasserstand. ccm	Temperatur. °C	Temperatur °C
0	0	20	0	20	0	19,7	0	19,5	0	19,7	0	20,2	21
15	0,1	20,4	0,59	20,3	0,67	20	1,71	20,2	0,46	20,1	0	20,5	22,3
„	0,24	20,6	0,73	20,6	1,18	20,5	2,35	20,5	1,2	20,3	0,03	20,6	23,4
„	0,34	20,7	0,88	20,8	1,5	21	2,5	20,8	1,66	20,5	0,03	20,8	22,8
„	0,42	20,9	0,97	21	1,5	21,3	2,56	21,1	1,76	20,6	0,06	20,9	22,5
„	0,48	21,1	1,09	21,2	1,5	21,6	2,6	21,4	1,9	20,8	0,06	21,1	22,8
„	0,55	21,3	1,18	21,4	1,46	22	2,68	21,7	1,9	21,1	0,1	21,2	22,8
„	0,62	21,6	1,18	21,6	1,28	22,2	2,68	21,9	1,9	21,2	0,13	21,4	23
„	0,68	21,7	1,06	21,8	1,06	22,4	2,56	22,2	1,86	21,6	0,13	21,6	23,1
„	0,72	21,9	0,97	22	0,97	22,7	2,35	22,4	1,7	21,8	0,16	21,8	23,1
„	0,79	22,1	0,73	22,2	0,85	23	2	22,7	1,46	22	1,16	21,9	23,1
„	0,83	22,2	0,55	22,4	0,75	23	1,56	22,9	1,26	22,1	0,2	22	23,1
„	0,86	22,4	0,64	22,7	0,71	23,2	0,82	23	1,1	22,3	0,2	22,1	23,1
„	0,89	22,6	0,16	22,8	0,67	23,3	0,89	23,2	0,9	22,6	0,23	22,2	23
„	0,96	22,7	0,06	22,9	0,67	23,5	0,71	23,3	0,1	22,7	0,23	22,3	23,9
„	1	22,8	-0,06	23	0,67	23,5	0,53	23,5	0,63	22,8	0,26	22,5	22,7
„	1,06	22,9	-0,06	23,1	0,64	23,5	0,43	23,5	0,53	22,9	0,26	22,5	22,5
„	1,14	22,9	-0,12	23,1	0,67	23,5	0,35	23,5	0,5	22,9	0,26	22,6	22,6
„	1,2	23	0,2	23,1	0,75	23,5	0,32	23,5	0,5	23	0,26	22,6	22,6
„	1,27	23	-0,29	23,2	0,85	23,4	0,35	23,5	0,53	23	0,26	22,7	22,7
„	1,44	23	-0,29	23,2	1	23,3	0,38	23,4	0,63	23	0,3	22,7	22,7
„	1,55	23,1	-0,3	23,2	1,12	23,3	0,43	23,4	0,7	23	0,3	22,7	22,6
„	1,65	23,1	-0,3	23,2	1,53	23,3	0,5	23,4	0,8	23	0,3	22,7	22,9
„	1,79	23,1	-0,3	23,2	1,71	23,3	0,64	23,5	1	23	0,3	22,7	22,8
„	1,93	23,1	-0,3	23,2	2	23,2	0,71	23,4	1,36	23	0,3	22,7	22,6
„	2,03	23,1	-0,29	23,2	2,14	23,2	0,85	23,4	1,36	23	0,3	22,8	22,6
„	2,17	23,1	-0,23	23,2	2,35	23,1	1	23,3	1,6	23	0,3	22,7	22,3
„	2,43	23,2	-0,17	23,2	2,46	23,1	1,1	23,3	1,83	22,9	0,3	22,7	22,4
„	2,62	23,2	-0,15	23,2	2,64	23,1	1,32	23,2	2,2	22,9	0,3	22,6	22,1
„	2,75	23,1	-0,06	23,2	2,68	23	1,46	23,2	2,4	22,9	0,26	22,6	22,5
„	3,03	23,1	-0,03	23,2	2,78	23	1,64	23,2	2,7	22,9	0,26	22,7	23
„	3,27	23,1	-0,03	23,2	2,82	23	2,03	23,2	2,86	22,9	0,26	22,7	22,6
„	3,51	23,1	0,09	23,1	2,85	23	1,89	23,1	3,13	22,9	0,26	22,7	22,4
„	3,79	23,1	0,2	23,1	2,89	23	2,03	23,1	3,33	22,9	0,26	22,7	22,4
„	4	23,1	0,3	23,1	2,92	23	2,18	23,1	3,5	22,8	0,26	22,7	22,5
„	4,24	23,1	0,41	23,1	2,96	23	2,32	23,1	3,7	22,8	0,26	22,6	22,3
„	4,41	23	0,5	23	3	23	2,39	23	3,86	22,8	0,26	22,6	22,3
„	4,58	23	0,58	23	3,14	23	2,53	23	4,1	22,8	0,26	22,7	23
„	4,68	23,1	0,73	23,1	3,21	23	2,68	23	4,3	22,8	0,26	22,7	23
30	4,93	23	0,82	23	3,38	22,9	2,92	23	4,5	22,7	0,26	22,6	22,6
„	5,2	23	1,03	23	3,67	22,9	3,38	22,9	4,76	22,7	0,26	22,6	22
„	5,31	22,9	1,3	22,9	3,93	22,8	3,73	22,9	4,9	22,6	0,23	22,5	21,7
„	5,37	22,8	1,55	22,8	4,3	22,6	4,3	22,8	5,03	22,5	0,23	22,4	21,5
„	5,44	22,8	1,8	22,7	4,64	22,8	4,75	22,8	5,2	22,5	0,2	22,4	23
„	5,51	22,8	2,2	22,8	5,03	23	5,4	23	5,33	22,6	0,23	22,4	22,8
„	5,55	22,9	2,58	22,8	5,6	23	6,32	23,1	5,46	22,6	0,23	22,9	22,4
„	5,62	23	3	22,9	6,14	23,5	7,3	23,3	5,53	22,8	0,26	22,7	23
„	5,65	23,2	3,7	23,1	6,6	23,8	8,11	23,6	5,7	22,8	0,3	22,8	23,1
50	5,75	23,5	5,82	23,8	8,06	24,4	10,3	24	6	23,2	0,36	23,6	24
„	6	23,9	7,12	24,1					6,06	23,5	0,4	23,7	24

Bemerkenswerth ist hier, daß bei Versuch und Controle der Eintritt der ersten und zweiten Periode nach beinahe gleichen Zeiten erfolgte, was auf eine gewisse Gleichmäßigkeit des Versuchsmateriales schließen läßt[1]). Auch blieb in beiden Fällen der Wasserstand circa 4 Stunden lang unter dem Anfangsniveau, ein Beweis, daß die verlorene Quellung einen größeren Antheil hatte. Außerdem zeigt dieses Verhalten, abgesehen von der schließlichen, geringen Volumzunahme, daß ein beträchtliches Percent schwer quellbarer Individuen vorhanden sein mußte, denn bei leicht quellbaren Erbsen würde, sobald das Wasser in die inneren Holräume eingetreten war, ein sofortiges, rasches Anquellen und damit Volumvergrößerung die Folge gewesen sein. Die dritte Periode machte sich durch allmälig schneller werdendes Steigen der Wassersäule bis zum Schlusse bemerkbar. Die Gasentwickelung blieb bis ans Ende eine schwache.

Markerbse b.

Der Wasserstand erreichte in $^3/_4$ Stunden die Höhe von 0,93 ccm über 0, fiel nach 4 Stunden auf 0,14 ccm herab und hob sich schließlich 6,07 ccm über das Anfangsniveau. Bei der Controle betrugen diese Werthe in derselben Reihenfolge: 1,5, 0,64, 8,06.

Bei der Markerbse b trat die erste und zweite Periode in beiden Fällen nach ganz den gleichen Zeiten ein; das Versuchsmaterial mußte daher hohe Gleichmäßigkeit besitzen. Die gleiche Größe der Körner dieser Varietät war besonders bemerkenswerth. Auch zeigen die Markerbsen b eine viel schwerere Quellbarkeit als die Markerbsen a, auf welchen Umstand schon durch das höhere spez. Gewicht der ersteren geschlossen werden mußte. Damit in Uebereinstimmung steht die geringe, bis zum Schlusse unbedeutende Kohlensäureentwickelung, welche hier beobachtet wurde.

Gelbe Feldklunkererbse.

Die Culmination der ersten Periode trat nach $1^3/_4$ Stunden mit einer Volumzunahme von 2,53 ccm ein. Darauf folgte ein langsames Sinken bis nach 4 Stunden der tiefste Wasserstand mit 0,78 ccm über 0 erreicht ist. In der dritten Periode stieg die Wassersäule allmälig bis zum Schlusse. Die Gesammtvolumzunahme beträgt 12,5 ccm, für die Controle fällt das Ende der ersten Periode nach $1^1/_2$ Stunden, mit einer

[1]) Zu ähnlichen Resultaten kam *Detmer* mit seinen weißen Riesenerbsen.

Volumzunahme von 2,68 ccm, das Ende der zweiten Periode nach $4^1/_2$ Stunden mit dem Betrage von 0,32 ccm, die endliche Gesammtvolumenzunahme beträgt 10,3 ccm. — Im Uebrigen war der Quellungsverlauf ähnlich dem vorigen und zeichnete sich ebenfalls durch gleichmäßiges Ansteigen, resp. Sinken der Wassersäule aus, ohne daß nahmhafte Verzögerungen stattgefunden hätten, daher man annehmen darf, daß die Mehrzahl der Individuen sich hinsichtlich der Wasseraufnahme gleich verhielt. — In beiden Fällen begann nach der 12. Stunde lebhafte Kohlensäureentwickelung und damit lebhafteres Ansteigen der Wassersäule.

Feldriesenerbse.

Der Wasserstand erreichte in $1^1/_2$ Stunden die Höhe von 1,43 ccm über 0, blieb durch $^3/_4$ Stunden stationär, sank hierauf sehr langsam nach 4 Stunden auf 0,3 ccm herab, verweilte auf diesem Punkte ebenfalls $^3/_4$ Stunden und stieg hierauf allmälig, gegen Ende Unregelmäßigkeiten zeigend bis auf 9 ccm über 0.

Bei der Controle wurde die Culmination der ersten Periode in derselben Zeit mit einer Volumvermehrung von 2,68 ccm erreicht. Der tiefste Stand mit 0,32 ccm über 0, trat jedoch eine halbe Stunde später ein. Die Gesammtvolumenzunahme am Schlusse betrug 10,3 ccm.

In beiden Fällen machte sich Verzögerung und Stationärbleiben der Wassersäule geltend, welche darauf hindeuten, daß das Untersuchungsmaterial sehr ungleichmäßig aufgequollen war und ein erhebliches Procent schwer quellbarer Körner enthielt. — Eine Kohlensäureentwickelung war nicht bemerkbar.

In der zweiten Versuchsreihe fällt zunächst die enorme Verzögerung respective das Ausbleiben der ersten Periode bei der kleinen, grünen Klunkererbse in die Augen; wir müssen dieselbe, in Folge dieses Verhaltens als am schwersten quellungsfähig ansprechen; dann folgen die große grüne Klunkererbse und die Markerbse, welche sich hinsichtlich der Gleichmäßigkeit des Periodenverlaufes sehr charakteristisch verhalten. Leichter als die vorgenannten nahm die Feldriesenerbse Wasser auf, die erwähnten Unregelmäßigkeiten zeigen aber, daß hier Individuen von der verschiedensten Quellbarkeit bei einander waren. Dem entgegen zeigte die gelbe Feldklunkererbse gleichmäßigeres und noch viel leichteres An-

quellen, was jedenfalls mit der reichlichen Kohlensäureentwickelung am Schlusse im Zusammenhange steht[1]).

Ordnen wir die genannten Erbsenvarietäten nach dem spez. Gewichte, so erhalten wir: kleine grüne Klunkererbse = 1,41, Feldriesenerbse 1,402, große grüne Klunkererbse = 1,377, Markerbse = 1,355, gelbe Feldklunkererbse = 1,353. Auch hier läßt sich eine gewisse Beziehung des spez. Gewichtes zur Quellbarkeit erkennen, wie wir dies schon bei der ersten Versuchsreihe dargethan haben.

Im folgenden sind einige Daten über die Gewichts- und Volumveränderungen sämmtlicher in den zwei Versuchsreihen verwendeten Varietäten niedergelegt. Es sind das die Gewichts- und Volumveränderungen welche sich am Schlusse der Versuche, also nach 15 Stunden und 40 Minuten ergeben haben; diese kurze Dauer reichte allerdings nicht hin um eine vollständige Quellung hervorzurufen, eine solche wird auch bei leicht anquellenden Erbsen erst viel später erreicht. Allein es handelte sich hier darum, das Verhältniß zwischen Volum- und Gewichtszunahme zu bestimmen, denn möglicherweise konnte die dritte Periode, wenigstens in ihren ersten Stadien, durch eine stärkere Volumzunahme bedingt sein. Das Volumen der gequollenen Erbsen wurde aus ihrem spez. Gewichte bestimmt; es wurden zu diesem Behufe je 30 Gr. gequollener Erbsen abgewogen und man bediente sich aus naheliegenden Gründen an Stelle des Wassers, des Petroleums bei diesen Bestimmungen[2]). Trotzdem können die erhaltenen Resultate auf große Genauigkeit nicht Anspruch erheben, da man es ja mit angequollenen Samen zu thun hatte. Bei Abwage der zur Untersuchung nothwendigen Quantität mußten die Erbsen oberflächlich abgetrocknet werden; diese Manipulation, sowie das Wägen selbst, erforderte immerhin eine gewisse Zeit, während welcher schon etwas Wasser durch Verdunstung in dem warmen Versuchsraume verloren ging. Die obigen Bestimmungen wurden nach Beendigung der Controlversuche gemacht; die Ergebnisse sind in der folgenden Tabelle zusammengestellt:

[1]) Der Antheil schwer und leicht quellbarer Individuen bei den obigen Varietäten wurde nach der bereits mitgetheilten Methode (S. 212) direkt bestimmt. Das Ergebniß steht im Einklang mit den hinsichtlich der Quellbarkeit gemachten Voraussetzungen. Die große und die kleine, grüne Klunkererbse hatten die meisten, die gelbe Feldklunkererbse die wenigsten harten Körner am Schlusse des Versuches.

[2]) Ueberhaupt wurde bei allen Bestimmungen von spez. Gew. das Petroleum als Pyknometer Flüssigkeit angewandt.

	Anfangs-gewicht.	Zu-nahme.		Anfangs-volum.		Zu-nahme.		spez. Gew.
Zuckererbse a	200 g	104,5	g	141,66	ccm	114,24	ccm	1,19
Felderbse	»	185	»	142,85	»	193,68	»	1,44
Zuckererbse b	»	170	»	141,99	»	176,55	»	1,169
Viktoriaerbse	»	161,5	»	142,26	»	165,95	»	1,173
Markerbse	»	255,5	»	156,86	»	258,738	»	1,096
Kleine, grüne Klunkererbse	»	201,75	»	141,86	»	201,38	»	1,17
Große, » »	»	157,75	»	145,27	»	155,12	»	1,188
Markerbse b	»	200,25	»	147,6	»	197	»	1,62
Gelbe Feldklunkererbse	»	181	»	147,82	»	181,47	»	1,172
Feld-Riesenerbse	»	183,25	»	142,65	»	184,88	»	1,171

Wie man sieht, war bei den Erbsen der ersten Versuchsreihe die Volumzunahme in allen Fällen eine größere als die gleichzeitige Zunahme im Gewichte.

Bei den am schwersten quellbaren Zuckererbsen a war die Volumzunahme verhältnißmäßig am größten. Im scheinbaren Widerspruche damit steht; daß am Ende des Versuches die Zuckererbsen a, auch das höchste spez. Gewicht (1,19) auswiesen; dies stimmt aber vollkommen mit der im Ganzen geringsten Gewichts- und Volumzunahme dieser Erbsenvarietät. In einem gewissen Gegensatze zu diesen Ergebnissen stehen diejenigen der zweiten Versuchsreihe, indem bei der großen grünen Klunkererbse und der Markerbse die Gewichtszunahme entschieden überwiegt; bei den übrigen gleichen sich diese Verhältnisse nahezu aus, bei der Feldriesenerbse ist jedoch die Volumzunahme beträchtlich größer. — Bei einigem Nachdenken gelangt man zu dem Resultate, daß auf die Widersprüche welche sich aus obiger Tabelle ergeben, kein zu großes Gewicht gelegt werden darf; ja ich muß hervorheben, daß es noch mehr auffallen müßte, wenn sich zehn Erbsenvarietäten in Bezug auf die Wasseraufnahme und die dadurch bedingten Gewichts- und Volumveränderungen, nach der relativ kurzen Quellungsdauer, welche zur Anwendung gekommen ist, gleich verhalten würden.

Aus den vorstehenden Resultaten ergibt sich, daß die Volumzunahme von Wasser und Erbsen im Beginne der dritten Periode von der letzteren mitbedingt sein kann, wenn die Gewichtszunahme eine geringere war[1]);

[1]) Möglicherweise konnten an der Hebung in der dritten Periode auch mechanische Momente Theil haben; daß solche in Wirksamkeit treten konnten, ist

dies fand allerdings in den meisten Fällen statt. Wo aber die Zunahme im Gewichte überwiegt, müssen, solange Kohlensäure noch nicht entwickelt wurde, andere Ursachen vorhanden gewesen sein. Vor Allem ist zu bemerken, daß die Volumvermehrung des Wassers in Folge der erhöhten Temperatur und der damit in Zusammenhang stehenden Ausscheidung von Luftblasen, die an den Körnern und Wänden des Versuchskolbens haften blieben, eine Gesammtvolumenzunahme schon in den ersten Stadien der dritten Periode — wo überhaupt eine solche normal hervorgetreten war — hervorrufen mußte. Später trat noch die Kohlensäureentwickelung als volumvermehrendes Moment hinzu. Es war vorauszusetzen, daß, wenn die an der dritten Periode mitbetheiligten Factoren — Temperaturerhöhung und Kohlensäureentwikelung eliminirt wurden — eine schließliche bedeutende Zunahme im Gesammtvolumen nicht hervortreten konnte. In der That hat ein Versuch mit der großen und kleinen grünen Klunkererbse (beide waren schwer quellbar und vermehrten ihr Gewicht um weniges nur stärker als ihr Volumen) diese Voraussetzung bestätigt. Die Quellung fand hierbei in einem mittelst Eis gekühlten Wasser von 2—3,5 ° C statt; die Erbsen wurden, bevor sie mit dem Eiswasser in Berührung kamen, ebenfalls auf diese Temperatur gebracht. Der Quellungsverlauf charakterisirte sich durch anfängliche schwache Hebung der Wassersäule (bedingt durch Faltung der Testa bei einem Theile der Erbsen). Aber schon nach zwei Stunden fiel dieselbe unausgesetzt und war am dritten Tage, als der Versuch abgebrochen wurde, schon tief unter 0 herabgesunken. Die Erbsen hatten zwar in der Mehrzahl Wasser aufgenommen, waren aber durchschnittlich nur mäßig gequollen. Das Wasser hatte hauptsächlich die inneren Hohlräume erfüllt, daher auch der tiefe Stand desselben im Steigrohre.

In dem zweiten Theile meiner Arbeit habe ich es versucht die Quellungserscheinungen der Erbse auf deren anatomischen Bau zurückzuführen; namentlich war es mir darum zu thun, die Funktionen der Testa bei der Wasseraufnahme einer näheren Prüfung zu unterziehen und mußte zu diesem Zwecke die Struktur derselben eingehender untersucht

wenigstens bei unseren Versuchen, wo die Erbsen in der dritten Periode schon einen bedeutenden Druck auf einander und auf die Wände des Glasgefäßes ausübten, nicht unwahrscheinlich.

werden, als es bis jetzt geschah. *Sempolowski*'s Angaben[1]) in dieser Beziehung sind zu aphoristisch, wurden überdies, allem Anscheine nach nur von einer Erbsenvarietät hergeleitet und enthalten, wie ich später zeigen werde, auch einige Unrichtigkeiten. Die aus dem Jahre 1848 stammende Arbeit über den anatomischen Bau der Erbse von *N. Pringsheim* habe ich mir leider nicht verschaffen können.

Die in den nachfolgenden Blättern enthaltenen Ergebnisse sind lediglich das Resultat eigener Untersuchungen; ich habe hiezu die in der ersten Versuchsreihe zur Anwendung gekommene Felderbse benutzt, weil diese noch am meisten dem Mittel der im freien Felde angebauten Erbsen entsprach. Es sind aber auch alle übrigen citirten Varietäten, namentlich hinsichtlich ihrer Samenschalen untersucht und mit der Felderbse verglichen worden. Ich bemerke noch ausdrücklich, daß ich mich, der mir gestellten Aufgabe entsprechend, in der folgenden Darstellung möglichst kurz gefaßt habe; alle Details, insoferne sie für die Wasseraufnahme irrelevant erscheinen, sind weggelassen worden, ebenso alle entwickelungsgeschichtlichen Momente.

Die Samenschale.

Die den Cotyledonen meist fest anliegende, in der Regel farblose Testa der Erbse besitzt den für die Papilionaceen charakteristischen Bau und stimmt in allen wesentlichen anatomischen Merkmalen mit der Samenschale ihrer nächsten Verwandten aus der Gruppe der Vicieen überein. Der periphere Theil wird von einer Schicht radiär gestellter, langgestreckter Zellen, den sog. Pallisaden gebildet; dieselben erscheinen auf dem Querschnitte prismatisch und schließen in der oberen Hälfte ohne Interzellularräume zwischen sich zu lassen, fest aneinander. Im oberen Theile enthalten sie das sehr enge Lumen, von welchem aus sich feine Porencanäle gegen die Cuticula zu abzweigen. Nach unten erweitert sich das Lumen schlauchförmig, häufig Unregelmäßigkeiten zeigend. Wie bei allen Leguminosen findet sich auch hier die Lichtlinie in der Nähe der Cuticula oder knapp unter dieser, obgleich sie *Sempolowski*[1]) in der Mitte der Pallisadenschichte angibt; wohl findet sich dort hin und wieder die Andeutung einer zweiten Lichtlinie, wie ich mehrmals beobachtet habe.

---

[1]) *Ant. Sempolowski*, Beitrag zur Kenntniß des Baues der Samenschale. „Landwirthschaftliche Jahrbücher". III. Bd. 1874. p. 823.

Der genannte Autor, ferner *Günther Beck*[1]) sind geneigt bei dieser, bekanntlich durch ihr starkes Lichtbrechungsvermögen ausgezeichneten Partie der Testa, eine nicht nur physikalische, sondern auch chemische Modification anzunehmen. Bevor nicht genügendes Beweismaterial erbracht ist, genügt wohl die schon von *Russow*[2]) geäußerte und von *G. Haberlandt*[3]) getheilte Ansicht, daß die Zellwand in der Lichtlinie eine größere Dichte, bedingt durch Wasserarmuth ausweise. Die bekannte Resistenz der Pallisadenschichte gegen Wasser würde demnach in der Lichtlinie zu suchen sein.

Es liegt ferner nahe, daß die im peripheren Theile der Pallisaden, also in der Partie der Lichtlinie sich verzweigenden Porencanäle eine gewisse Rolle bei der Wasseraufnahme spielen; die kapillare Attraction derselben könnte sehr wohl den Eintritt von Flüssigkeit in diesen dichtesten Theil der Samenschale vermitteln. —

An die Pallisadenschicht schließen sich die Säulenzellen; diese sind viel kürzer und lassen sich in ihrer Form am besten mit einer Sanduhr vergleichen. Sie berühren sich nicht immer mit dem an beiden Polen erweiterten Rande, wie dies die meisten mehr schematisch gehaltenen Abbildungen bei Leguminosensamen zeigen, sondern stehen oft von einander entfernt, große luftführende Interzellularräume zwischen sich lassend; auch sonst sind sie häufig verschoben und gequetscht. Ihr radiärer Durchmesser wechselt oft bedeutend und nicht selten erscheinen sie von ihrem Verbande mit den Pallisaden oder dem darunter liegenden Parenchym losgerissen. —

Das Parenchym besteht aus tangential gestreckten, ziemlich dünn-

---

[1]) Dr. *Günther Beck*, Vergleichende Anatomie der Samen von Vicia und Ervum. Sitz.-Ber. der k. Acad. d. Wiss. Bd. LXXVII. Jahrgang 1878.

[2]) Dr. *E. Russow*, Vergleichende Untersuchungen der Leitbündel-Cryptogamen. Petersburg. 1872. S. 33.

— *Günther Beck* nimmt bei den Vicieen zwei Schichten anstatt dieser einen an und bezeichnet die nach innen gelegene als die „innerste, dichteste" Lage der Quellschicht. In der That konnte ich auch bei Pisum in den allermeisten Fällen eine Differenzirung in diesem Sinne nachweisen: das dem Albumen zunächst liegende Parenchym besteht aus stärker verdickten, mehr spindelförmigen, das Licht stärker brechenden Zellen.

[3]) Dr. *G. Haberlandt*, Ueber die Entwickelungsgeschichte und den Bau der Samenschale bei der Gattung Phaseolus. Sitz.-Ber. der k. Akad. d. Wiss. Wien. 1877. Bd. LXXV. S. 6.

wandigen ovoidalen Zellen, welche nur spärliche Interzellularräume frei lassen. Ihre Membran ist an den Berührungsstellen porös verdickt und sie enthalten der Mehrzahl nach Luft, hin und wieder auch Protoplasmareste. Im trockenen Samen sind sie vielfach gequetscht und verschoben, auch bemerke ich, daß die Mächtigkeit dieser Schicht bei einem und demselben Individuum eine sehr variable sein kann.

Die Säulenzellen und das Parenchym werden von *Nobbe* zum Unterschiede von den Pallisaden, der «Hartschichte», als «Quellschichte» bezeichnet. Jedenfalls sind die großen Interzellularräume der Säulenzellen und die dünnwandigen luftführenden Zellen des Parenchyms sehr geeignet relativ größere Wasserquantitäten aufzunehmen und zu magaziniren. Auch stimmen meine Beobachtungen mit der *Nobbe*'schen Ansicht überein, nach welcher im Beginne der Quellung an dieser Stelle die größten osmotischen Spannungs- und Druckdifferenzen zur Geltung kommen, wodurch die Pallisaden aufgelockert werden und dem ferneren Wassereintritt kein so großes Hinderniß mehr entgegensetzen können. —

Die innerste Schichte der Testa wird von dem rudimentär entwickelten Endosperm gebildet; vom physiologischen Standpunkte ist man berechtigt dasselbe mit zur Samenhaut zu rechnen, indem es mit derselben fest zusammenhängt und sich in seinen Funktionen auf's engste der darüber liegenden Quellschichte anschließt.

Das Endosperm besteht aus tangential gestreckten, gallertig verdickten und oft vielfach gewundenen Zellen, mit undeutlichem Lumen; seine Mächtigkeit ist eine sehr wechselnde, meistens ist es in geringerem Grade als das Parenchym entwickelt, fehlt aber — obgleich nicht immer deutlich differenzirt — nirgends unter der Quellschichte. —

Wo der Erbsensame mit der Mutterpflanze im Zusammenhange gestanden hat, ist der Bau der Testa ein wesentlich abweichender; am deutlichsten zeigt sich dies am Hilum, welches sich durch seine länglich ovale Form und weiße bis weißgelbliche Farbe scharf von der übrigen Samenschale abgrenzt. An der, durch eine erhabene Linie gekennzeichneten Längsaxe ist die Continuität der Pallisadenschichte, welche am Hilum überhaupt schwächer entwickelt ist, unterbrochen; die dadurch entstandene feine Spalte vermittelt eine offene Communication in das Innere. Häufig berühren sich jedoch die Pallisaden an dieser Stelle und lassen keinen deutlichen Zwischenraum frei. Es dürfte dieser Umstand

Einfluß auf die Schnelligkeit des Anquellens an dieser Stelle nehmen. Beiderseits der Mittellinie ist dem Hilum noch eine zweite Schicht von Stäbchenzellen aufgelagert, gegen den Rand desselben und gegen die Längsaxe zu allmälig schwächer werdend. Eine Lichtlinie ist auch hier vorhanden. Die Anwesenheit tangentialer, loser Pigmentzellen, wie sie *Günther Beck*[1]) auf der Cuticula des Nabels von Vicia faba bemerkte, konnte ich bei Pisum nicht nachweisen. Die Stäbchen- und Pigmentzellen deutet der genannte Autor als zum Trennungsgewebe des funiculus gehörig.

Ein Rest dieses Trennungsgewebes findet sich an dem der Chalaza zugekehrten Ende des Hilums auch bei der Erbse jedesmal vor; derselbe besteht aus lockeren und dünnwandigen Zellen. Das Gefäßbündel der Raphe tritt an jener Stelle an die Oberfläche der Testa. Die Beziehungen dieser Thatsache zur Wasseraufnahme werde ich später darthun.

Anschließend an die Pallisaden findet sich am Hilum eine schmale, gegen den Rand desselben stärker werdende Lage von Zellen, welche sich von dem darunter liegenden Sternparenchym scharf abgrenzen. Diese Zellen erscheinen dicht zusammengedrängt, ihre Membranen sind sehr stark verdickt und mit Porencanälen versehen. Am Rande des Hilums werden sie durch die Säulenzellen der übrigen Testa abgelöst. Gegen die Raphe zu, unter dem Ueberbleibsel des Trennungsgewebes, sowie unter der Micropyle erlangt diese Schichte ihre größte Mächtigkeit; der Micropylecanal wird von derselben wulstförmig umgeben.

Am Hilum sowohl, als an der Micropyle wird die Quellschicht durch das mächtig entwickelte, sehr charakteristische Sternparenchym vertreten. Dasselbe besteht aus lockeren, unregelmäßigen, vielfach verzweigten Zellen, die gallertig verdickt sind, feine Porencanäle besitzen und weite Interzellularräume zwischen sich lassen. Um das Gefäßbündel des Hilums herum werden sie viel kleiner und schließen enger aneinander. Das Sternparenchym setzt sich in gleichbleibender Stärke bis unter die Micropyle fort und ist bis zur Spitze der Radicula und die dieselbe untergreifende Partie der Testa zu verfolgen. Ueber die wichtige Funktion des Sternparenchyms bei der Wasseraufnahme werden wir noch zu sprechen haben.

Das unter der Längsspalte verlaufende, auf dem Querschnitte ovale Gefäßbündel entspringt knapp an der Micropyle und erstreckt sich bis

---

[1]) l. c. S. 13.

zum Beginne der Raphe; dasselbe besteht aus senkrecht gestellten, spindeligen, netzförmig verdickten Zellen. Gegen die Raphe zu verschmälert es sich und scheint in das Gefäßbündel der letzteren überzugehen. Bei näherer Untersuchung habe ich aber gefunden, daß eine unmittelbare Verbindung nicht besteht. *Günther Beck* scheint, wie ich aus seiner citirten Abhandlung entnehme, der Ansicht zu sein, daß das Gefäßbündel der Raphe eine unmittelbare Fortsetzung des ersteren darstelle; für Vicia faba hat er dies ganz bestimmt ausgesprochen. Ich glaube, daß diese Ansicht, bei der wesentlichen Uebereinstimmung des anatomischen Baues von Vicia und Pisum auf einem Irrthum beruht, denn ich habe mich zu wiederholten Malen davon überzeugen können, daß das Raphebündel mit dem Gefäßbündel des Hilums in keinem direkten Zusammenhange steht; es würde dies auch gewissen entwickelungsgeschichtlichen Thatsachen widersprechen. Das Raphabündel setzt sich, die Pallisadenschicht durchbrechend, bis an die Oberfläche der Testa in den Rest des Trennungsgewebes des funiculus fort und ist vielmehr als die Fortsetzung der analogen Gewebselemente der letzteren anzusehen. An seiner Zusammensetzung betheiligen sich langgestreckte, schon durch ihre gelbliche Färbung auffallende Spiralgefäße, die von tangential gestreckten, bastartigen Zellen umgeben werden.

Die auf das Sternparenchym folgende Schichte entspricht in ihrer Ausbildung der bereits beschriebenen, inneren Lage der Quellschichte und ist jedenfalls nur als eine Fortsetzung dieser zu betrachten. Das Endosperm zeigt keine Abweichung, nur ist es unter dem Hilum, der Micropyle und Radicula mächtiger entwickelt. Das Gefäßbündel der Raphe verläuft in der inneren Lage der Quellschicht und findet häufig seinen Abschluß unter der Chalaza [1]). Nicht selten aber setzt es sich in der Mediane rings um den Samen verlaufend, bis zur Keimaxe fort und ist schon äußerlich als weiße Linie gekennzeichnet. Ich fand beide Fälle innerhalb einer und derselben Varietät, bei der weißen Riesenerbse war der letztere sogar der alleinherrschende. Die Chalaza charakterisirt sich wie bei den übrigen untersuchten Leguminosen durch die drei- bis vierfache Länge der Pallisadenzellen, die an dieser Stelle ein sehr enges Lumen besitzen. Häufig fand ich auch die Säulenzellen hier stärker entwickelt, verschoben und aus ihrem Verbande gerissen, was zur Entstehung sehr großer Interzellularräume Veranlassung gibt.

[1]) *Sempolowski* stellt dies als ausschließlich für die Erbse dar.

Die Cotyledonen.

Hinsichtlich des anatomischen Baues der Cotyledonen kann ich mich kurz fassen, da derselbe in allen wesentlichen Merkmalen mit demjenigen der übrigen, untersuchten Vicieen übereinstimmt. Auch bei der Erbse findet man häufig ein Uebergreifen der beiden Keimblätter, ferner zeigen sie nicht selten Concavität an der Berührungsfläche, wodurch mitunter beträchtliche Hohlräume entstehen, die wohl den meisten Antheil an der verlorenen Quellung nehmen.

Die äußere Oberhaut der Cotyledonen (entsprechend der Unterseite der Blattepidermis bei Keimpflanzen mit ergrünenden, blattartigen Cotyledonen) besteht aus einer Reihe flachgedrückter, etwas nach außen mehr verdickter Zellen; bemerkenswerth ist, daß zwischen denselben Interzellularräume auftreten, welche sich oft knapp bis unter die Cuticula erstrecken. Darunter liegt eine Schicht radiär gestreckter Zellen, welche feinkörniges Protoplasma und kleine Stärkekörner enthalten; nicht immer sind sie von dem darunter liegenden Parenchym differenzirt, gehen vielmehr häufig in dieses über; am deutlichsten zeigt sich dies an der inneren Epidermis (der Epidermis der Oberseite des Keimblattes entsprechend).

Das Parenchym setzt sich aus etwas flachgedrückten, polyedrischen Zellen zusammen, welche mit feinkörnigem Protoplasma und Stärkekörnern dicht gefüllt sind; letztere nehmen nach innen an Anzahl und Größe zu. Sehr charakteristisch sind die zwischen den Parenchymzellen auftretenden, auf dem Querschnitte meist dreiseitigen Interzellularräume, welche sich oft weit zwischen die Nachbarzellen erstrecken. Jedenfalls nimmt die Zahl und Größe dieser Interzellularräume Einfluß auf den Quellungsverlauf der Cotyledonenmasse.

Wie bei Vicia faba, nimmt auch bei der Erbse das Gefäßbündel der Keimblätter seinen Ursprung im hypocotylen Stengelgliede und verästelt sich bald nach dem Eintritt in den Basaltheil der Cotyledonen. Ebenfalls finden sich an der Peripherie langgestreckte, mit kleinen Stärkekörnchen erfüllte Zellen, die allmälig in das Parenchym übergehen. In dem letzteren lassen sich Verzweigungen des Gefäßbündels erster und zweiter Ordnung eine Strecke weit verfolgen.

Das Embryo bietet nichts besonderes und ist demjenigen von Vicia faba ganz analog gebaut.

Ich erwähne nun, unter zu Grundelegung des eben beschriebenen

anatomischen Baues der Felderbse, in Kürze die Unterschiede, welche ich bei den übrigen verwendeten Varietäten wahrgenommen habe.

Was die Viktoriaerbse betrifft, so war dieselbe in jeder Beziehung der Felderbse analog und konnte auch äußerlich mit dieser verwechselt werden. Die beiden Zuckererbsen zeigten, abgesehen von ihrer geringeren Größe, ebenfalls keine Abweichung; ich habe namentlich die bei der Zuckererbse a zahlreichen, sehr schwer quellungsfähigen Individuen einer näheren anatomischen Untersuchung unterworfen, ohne aber Auffälliges constatiren zu können. — Die Markerbse a zeigte im unteren Theile der Pallisaden ein großes, unregelmäßiges Lumen, ferner große, locker gestellte Säulenzellen mit mächtigen Interzellularräumen; dieser Befund stimmt sehr wohl mit dem raschen Anquellen dieser Sorte überein. Die Markerbse b zeigte aber einen ganz ähnlichen Bau, obgleich sie viel schwerer anquoll, ein Beweis, daß die anatomische Beschaffenheit der Samenschale nicht ohne weiteres auf die schnellere oder langsamere Wasseraufnahme schließen läßt. Im Parenchym boten die Markerbsen nichts, was sie von der Felderbse unterschieden hätte. — Aehnlich verhielt es sich mit der kleinen und großen grünen Klunkererbse, welche im Bau der Samenschale und des Parenchyms mit den Markerbsen übereinstimmten; beide Arten nahmen das Wasser relativ schwer auf. Die gelbe Feldklunkererbse zeichnete sich aber von den übrigen namentlich durch die sehr großen und dünnwandigen Säulenzellen und weiten Interzellularräume zwischen denselben aus; sie gehörte zu den rasch anquellenden Varietäten. Im Parenchym konnte nichts charakteristisches entdeckt werden. Die Riesenfelderbse endlich hatte das Bemerkenswerthe, daß der Radialdurchmesser der Säulenzellen ein sehr kleiner war; im Uebrigen bot sie nichts Auffallendes.

Die vorstehenden Ergebnisse beweisen zur Genüge, daß die Unterschiede in dem Bau der Samenschale der Erbse keinen durchgreifenden Einfluß auf die Quellungsfähigkeit nehmen; am ehesten läßt sich dies noch für die Beschaffenheit der Quellschicht behaupten. — Möglicherweise konnten aber die Dimensionen der Testa, speziell der Pallisadenschichte maßgebend für die Wasseraufnahme sein. Zur Beantwortung dieser Frage habe ich die Testen sämmtlicher genannter Varietäten an dünnen in Wasser gequollenen Schnitten gemessen und außerdem den Durchmesser der Pallisadenschichte bestimmt. Von jeder Varietät wurden 10 Indi-

viduen untersucht und aus den Messungen das Mittel genommen. Die nachfolgenden Zahlen bedeuten Mikromillimeter.

Name der Varietät.	Durchmesser der Testa.	Durchmesser der Pallisadenschichte.
Felderbse	140	76
Viktoriaerbse	105	64
Markerbse a	122	74
Zuckererbse a	115	77
„ b	111	72
Kleine grüne Klunker . . .	114	65
Große „ „ . . .	114	74
Markerbse b	116	75
Gelbe Feldklunkererbse . . .	119	77
Riesenfelderbse	113	68.

Nach der obigen Tabelle zu urtheilen, scheinen auch die Dimensionen der Samenhaut bezw. der Pallisadenschicht nicht maßgebend zu sein; die letztere war bei der leicht anquellenden gelben Feldklunkererbse in derselben Stärke entwickelt wie bei der, durch ihre Schwerquellbarkeit gekennzeichneten Zuckererbse a und andererseits besaß die sehr langsam Wasser aufnehmende kleine grüne Klunkererbse ungefähr dieselben Dimensionen der Pallisaden wie die Viktoriaerbse, welche sich dies bezüglich weniger resistent erwies. Auch wenn man die Stärke der Testa in Bezug auf die Größe des Kornes in Rücksicht zieht, kommt man zu keinem allgemein gültigen Resultate. — Im Ganzen geht aus den mitgetheilten Zahlen hervor, daß die Dimensionen der Samenhaut der Erbse eine sehr variable Größe unabhängig von der Quellungsfähigkeit, der Größe des Kornes und der Varietät darstellen.

Die Thatsache der Schwerquellbarkeit muß somit auf andere Ursachen, mehr qualitativer Natur zurückgeführt werden und müssen wir diesem Gegenstande in Anbetracht seiner praktischen Bedeutung und seines wissenschaftlichen Interesses eine etwas eingehendere Aufmerksamkeit schenken.

Es ist eine, in praktischen Kreisen längst gemachte Erfahrung, daß gewisse Leguminosensamen nur schwer aufzuquellen vermögen, namentlich ist dieses bei vielen Samen von Melilotus, Trifolium, Medicago und Lupinus perennis der Fall, während jene von Lupinus albus, Phaseolus vulgaris, Pisum sativum, Vicia narbonnensis und sativa und zahlreichen anderen Arten, das Wasser im Allgemeinen sehr rasch aufnehmen. Von einer absoluten Quellungsunfähigkeit kann überhaupt kaum die Rede sein, nur ist der Zeitraum, welchen viele Leguminosensamen bedürfen um an-

zuquellen, mitunter ein sehr ausgedehnter, wie beispielsweise die *Nobbe*'schen Versuche mit Robiniensamen ergeben haben; auch gewisse Unkrautsämereien zeigen ein ähnliches Verhalten. Welchen bedeutsamen Einfluß diese Eigenschaft auf die Erhaltung der Keimfähigkeit, überhaupt auf die Erhaltung der Art nehmen muß, hat *G. Haberlandt*[1]) eingehender entwickelt. Auch die relativ sehr leicht anquellenden Samen mancher Schmetterlingsblüthler zeigen in dieser Beziehung bemerkenswerthe Verschiedenheiten. Es spielt, abgesehen von Familie, Gattung und Spezies, auch die Individualität eine nicht zu unterschätzende Rolle bei diesem Vorgange. Die Samen der von mir untersuchten Erbsenvarietäten waren im Durchschnitte bei einer Temperatur von 20° C. innerhalb 15—20 Stunden angequollen, doch blieben einige Körner der Felderbse und der Zuckererbse a selbst nach mehreren Tagen noch vollkommen hart. Da bei einer und derselben Varietät, wie ich mich überzeugt habe, bemerkenswerthe anatomische Abweichungen im Bau der Testa nicht statthaben, auch die Dimensionen der Pallisadenschicht bei schwer und leicht quellbaren Individuen ziemlich die gleichen sind, ja sogar im umgekehrten Verhältnisse zur Wasseraufnahme stehen können, sind wir zu der Folgerung berechtigt, daß diese Verschiedenheiten in gewissen für uns nicht wahrnehmbaren Strukturverhältnissen ihren Grund haben müssen. Daß auch eine chemische Modification damit Hand in Hand gehen kann, hat *Höhnel*[2]) für Lupinus perennis nachgewiesen, indem er zeigte, daß alle «quellungsunfähigen» Individuen einen etwas höheren Aschen-, speziell Kieselsäuregehalt in der Testa besaßen. Dieselbe enthielt bei leicht quellungsfähigen Körnern 3,601°/o Mineralstoffe, bei «quellungsunfähigen» nur 2,998°/o. Der Unterschied ist also nur ein geringfügiger und berechtigt nicht zu weitergehenden Schlüssen.

Als man sich die Frage nach der Ursache dieser Erscheinung stellte, lag es nahe dieselbe in dem Wachs- und Fettgehalte der Testa zu suchen. Wie die Experimente von *Nobbe*, *Detmer* und *Höhnel* mit Rothklee, Lupinus perennis und luteus dargethan haben, ist dies jedoch nicht der

---

[1]) „Die Schutzeinrichtungen in der Entwickelung der Keimpflanze." Eine biologische Studie. Wien. 1877.

[2]) „Ueber die Ursachen der Quellungsunfähigkeit von Leguminosensamen" in den wissenschaftl. prakt. Untersuchungen auf dem Gebiete des Pflanzenbaues von *Fr. Haberlandt*. 1. Bd. 1875.

Fall. Bekanntlich wurden bei diesen Versuchen die betreffenden Samen einige Tage in Aether belassen oder in diesem mehrere Stunden lang gekocht. Das Endresultat blieb bei gekochten und ungekochten Samen dasselbe, ein leichteres Anquellen fand nicht statt. — Das Haupthinderniß rascher Wasseraufnahme liegt unzweifelhaft in der Pallisadenschichte, wie schon ihr anatomischer Bau lehrt und wovon man sich leicht überzeugen kann, wenn diese, bevor die Samen in Wasser gelegt werden, an einer Stelle entfernt wird; das Anquellen erfolgt in diesem Falle beinahe ausnahmslos rasch und gleichmäßig. Dasselbe kann man beobachten, wenn man nur das erste Drittel oder Viertel dieser Schichte durch Abschaben beseitigt, wodurch bewiesen wird, daß die Lichtlinienpartie es ist, welche vermöge ihrer Dichtigkeit und möglicherweise chemischen Modification der Wasseraufnahme den größten Widerstand entgegensetzt. —

Legt man mehrere hundert Erbsensamen, die hinsichtlich der Wasseraufnahme keine Gleichmäßigkeit zeigen und namentlich auch schwerer quellbare Körner enthalten in Wasser, so kann man bei einigen Individuen schon nach wenigen Minuten eine vollständige Faltung der Testa beobachten, weitaus die Mehrzahl aber zeigt diese Faltung zuerst am Hilum, der Micropyle und Radicula; bei schwerer quellbaren Individuen schreitet dieselbe in der Regel in der Mediane des Samens in der Form eines gefältelten Wulstes weiter vorwärts. Bei den resistentesten Individuen macht sich dagegen das Anquellen am häufigsten an der Chalaza bemerkbar; die Testa erscheint an jener Stelle bäffchenartig aufgetrieben. Mehr ausnahmsweise zeigen einige Samen der zuletzt anquellenden Partie eine Faltung an indifferenten Stellen der Samenhaut: die Quellung beginnt an einem Punkte und schreitet von diesem aus nach allen Seiten hin gleichmäßig fort; als eine fernere Ausnahme ist zu betrachten, daß bei manchen Erbsen die Testa hart und ungequollen bleibt, während das ganze übrige Korn mehr oder weniger mit Wasser imbibirt ist. Solche Ausnahmen zeigen eben, daß das Wasser nicht von allen Theilen der Testa mit gleicher Geschwindigkeit aufgenommen wird; im ersteren Falle mußte außerdem eine Modification am Hilum und der Micropyle stattgefunden haben.

Wenn man den oben geschilderten Verlauf des Anquellens bei Erbsen mit gewissen anatomischen Thatsachen in Beziehung bringt, so gelangt man zu einigen neuen Gesichtspunkten, welche Anspruch auf Interesse erheben können; namentlich sind es die Funktionen der Gewebe der Testa

am Hilum, der Micropyle und Chalaza, welche unsere Aufmerksamkeit in Anspruch nehmen.

Der erste Eintritt von Wasser in die Samenhaut erfolgt in der Regel durch die Micropyle; diese stellt bei Pisum und wahrscheinlich bei allen Papilionaceen einen offenen Canal dar. Man kann sich, abgesehen von anatomischer Untersuchung, leicht davon überzeugen, wenn man eine vollständig angequollene Erbse zwischen den Fingern drückt; das Wasser tritt in Tröpfchenform aus der Micropyle hervor. Der enge Spalt des Hilums kommt meiner Ansicht nach erst in zweiter Linie in Betracht; denn es gelang nicht, auch bei durch Asphaltlack verschlossener Micropyle Wasser durch denselben zu pressen.

Das unter der Micropyle liegende, mächtig entwickelte Sternparenchym ist ein eminentes Quellgewebe; die zahlreichen, miteinander in Communication stehenden Interzellularräume desselben vermögen das eintretende Wasser durch kapillare Attraction außerordentlich rasch in seinem ganzen Umfange zu verbreiten; dieser Vorgang ist zugleich mit beträchtlicher Quellung der gallertartig verdickten und mit Porencanälen versehenen Sternparenchymzellen verbunden. Diese Gewebspartie vergrößert also zunächst, indem sie bedeutende Quantitätenflüssigkeit aufnimmt und speichert, ihr Volumen an ihrem ganzen Umfange. Der erste sichtbare Effekt der Quellung äußert sich in Folge dessen in einer Hebung der Testa am Hilum, der Micropyle und Radicula. Ich habe bereits erwähnt, daß das Sternparenchym die Spitze der letzteren umgreift und es leuchtet ein, daß seine Eigenschaften es im hohen Maße dazu befähigen, ein verhältnißmäßig sehr ausgiebiges Wasserreservoir für die Radicula und damit für den ganzen Embryo zu bilden. Bei schwer quellbaren Samen hat man häufig beobachtet, daß der Keim zu wachsen begann, lange bevor noch die Cotyledonen mit Wasser durchtränkt waren: das im Sternparenchym angesammelte Wasser genügt um die ersten vegetativen Regungen des Embryo zu veranlassen.

Es ist anzunehmen, daß bei der Mehrzahl der Leguminosen die Quellung durch den eben beschriebenen Vorgang eingeleitet wird; bei Pisum sativum ist dies die Regel. Bei jenen Samen, deren Testa schon in wenigen Minuten anquillt, tritt dies allerdings nicht so deutlich hervor; die Wirkung des Sternparenchyms wird durch das allseitig leicht eindringende Wasser und die dadurch am ganzen Umfange entstehende Faltung, mehr, weniger verdeckt.

Bei den schwerer quellbaren Individuen macht sich, wie schon erwähnt, in den ersten Quellungsstadien sehr häufig ein wulstförmiger Ring in der Testa bemerkbar. Derselbe nimmt seinen Ausgang stets am Hilum und schreitet an der Raphe fort bis zur Chalaza; in der Regel — aber nicht immer — verläuft dieser Ring der Berührungsstelle der Cotyledonen folgend, am ganzen Umfange des Samenkorns bis zur Keimaxe[1]). Auch dieser Vorgang findet an der Hand des anatomischen Baues der Testa seine Erklärung.

Es ist kein Zweifel, daß das Sternparenchym bereits in den allerersten Stadien der Quellung Wasser empfängt; auch wird es dasselbe in die Spiralgefäße der Raphe und Chalaza fortleiten können; die benachbarten Gewebepartien erhalten somit das Wasser am frühesten und quellen auf. Daß die Spiralgefäße in der That die Fortleitung des Wassers übernehmen, dafür spricht am überzeugendsten das Verhalten vieler, sehr schwer quellbarer Erbsensamen. Die citirte bäffchenartige Bildung an der Chalaza, währenddem die übrige Testa noch ganz hart ist, könnte nicht zu Stande kommen, wenn nicht die Spiralgefäße die Wasserzufuhr vermitteln würden. Es ist aber eine solche Wasserzufuhr, wenn sie nicht am Hilum und an der Micropyle stattgefunden hat, nur durch die Spiralgefäße selbst denkbar, denn ich habe bereits hervorgehoben, daß dieselben die Pallisaden an jener Stelle durchbrechen, wo sich der Rest des dem Funiculus angehörenden Trennungsgewebes befindet. Ich habe solche, nur an der Chalaza angequollene Erbsen untersucht und gefunden, daß das Sternparenchym noch kein Wasser aufgenommen hatte und zwar aus einem sehr einfachen Grunde: Die Pallisadenschicht ließ bei diesen Individuen keine Oeffnung an der Micropyle frei, eine solche entstand erst, als sich in den späteren Quellungsstadien osmotische Spannungen geltend machten. — Eine Ansammlung größerer Flüssigkeitsmengen und eine dadurch bewirkte starke Quellung an der Chalaza ist auch durch den Umstand gegeben, daß sich an derselben die Säulenzellen in der Regel am mächtigsten entwickeln und sehr weite Interzellularräume zwischen sich lassen. Daß an dieser Stelle Wasser von Außen eindringen könnte, während die übrige Testa noch vollkommen hart ist, scheint schon a priori, wegen der Mächtigkeit der Pallisadenschicht an der Chalaza unhaltbar.

[1]) Den letzteren Fall habe ich an der weißen Riesenfelderbse, deren Spiralgefäße sich in der Mediane am ganzen Umfange des Kornes verfolgen ließen, am schönsten beobachten können.

Um mich durch den Augenschein zu überzeugen, daß die Spiralgefäße wirklich die Wasserleitung übernehmen, wurden eine Anzahl Riesenfelderbsen in ziemlich concentrirter Carminlösung quellen gelassen und hierauf deren Testa unter dem Microscope untersucht; es gelang dadurch, nicht nur die Ausbreitung des Sternparenchyms sehr schön vor die Augen zu führen, sondern man konnte auch deutlich beobachten, wie der Carmin als dicker rother Strich in den Spiralgefäßen fortschreitend häufig um den ganzen Samen herumgewandert war. — Wurden die Samen der Riesenfelderbse mit Carminlösung unter der Luftpumpe injicirt, so trat diese Erscheinung bei den meisten innerhalb weniger Minuten ein; auch konnte man durch dieses hübsche Experiment bei der Mehrzahl in kürzester Zeit künstliche Quellung hervorrufen.

Die Resultate der vorliegenden Arbeit, welche theils eine Bestätigung mehrer von verschiedenen Autoren bereits gefundenen Thatsachen, theils die von mir gemachten neuen Beobachtungen enthalten, lassen sich in folgenden Sätzen kurz zusammenfassen:

1) Das spez. Gewicht der Erbsensamen kann sich in ziemlich weiten Grenzen bewegen; für die von uns untersuchten Varietäten beträgt das Maximum = 1,412, das Minimum = 1,275.

2) Im Allgemeinen besitzen größere Samen ein geringeres, kleinere ein höheres spez. Gewicht. Innerhalb einer Varietät ist dies unter sonst gleichen Bedingungen (Standorts-, Witterungs- und Ernteverhältnisse etc.) immer der Fall.

3) Im Zusammenhange mit dem spez. Gewichte steht die Quellungsfähigkeit. Die Erbsen nehmen im Allgemeinen das Wasser um so schneller auf, je geringer das spez. Gewicht ist und umgekehrt. — Alle sehr schwer quellungsfähigen Samen besitzen ein hohes spez. Gewicht.

4) Wenn man eine Quantität Erbsensamen mit Wasser übergießt, so erleidet das Niveau des letzteren gewisse Veränderungen, welche durch die Beschaffenheit des verwendeten Versuchsmaterials bedingt werden. Experimentirt man nach der in dieser Abhandlung angegebenen Methode (Seite 206), so lassen diese Niveauveränderungen im Allgemeinen drei Quellungsperioden deutlich unterscheiden. Die erste Periode, eine Hebung der Wassersäule darstellend, wird durch die Faltung der Testa, die zweite bei Senkung der Wassersäule durch Aufnahme des Wassers in die Hohlräume hervorgerufen. Die dritte

Periode, das abermalige Heben der Wassersäule, wird zum Theil bedingt durch das Aufquellen der Cotyledonen, besonders dort, wo der Wasserstand unter 0 heruntergesunken war; der größte Theil der Hebung in dieser Periode wird aber bewirkt durch die Entwicklung von CO_2 und durch mechanische, außerhalb der Samen wirkende Kräfte, wovon der Beweis ist, daß bei manchen Erbsen die Volumzunahme die Gewichtszunahme trotz des hohen Standes der Wassersäule wenig oder gar nicht überwiegt. Diese Perioden treten um so ausgeprägter hervor, je weniger die Individualität in der betreffenden Erbsenmenge zur Geltung kommt. Im entgegengesetzten Falle jedoch verundeutlichen sich die Perioden und können selbst ganz verwischt werden.

5) Die Art und Weise der Wasseraufnahme der Erbsensamen ist durch deren anatomisch-physiologische Beschaffenheit bedingt. Die nachweisbaren Unterschiede in dem anatomischen Bau der Erbse können nicht zur Erklärung des leichteren oder schwereren Anquellens herbeigezogen werden.

6) Die Dimensionen der Testa der Erbse, bezw. der Pallisadenschichte stellen eine sehr variable Größe dar, unabhängig von der Quellungsfähigkeit, der Größe des Kornes und der Varietät.

7) Die Ursache der verschiedenen Quellbarkeit liegt hauptsächlich in gewissen inneren, für uns nicht wahrnehmbaren Structurverhältnissen der Testa und zwar spielt die Pallisadenschichte hierbei die Hauptrolle.

8) Der erste Eintritt von Wasser in die Samenhaut der Erbse geschieht in der Regel durch die Mikropyle, welche mit wenigen Ausnahmen eine offene Communication nach Außen vermittelt. Die Längsspalte des Hilum kommt diesbezüglich erst in zweiter Linie zur Geltung.

9) Das Sternparenchym stellt zufolge seines anatomischen Baues ein eminentes Quellgewebe dar. Das durch die Mikropyle eingetretene Wasser wird von demselben in relativ beträchtlichen Quantitäten aufgenommen. Diese Quantitäten reichen jedenfalls hin, um die ersten vegetativen Regungen des Embryo zu veranlassen.

10) Die Spiralgefäße der Samenhaut der Erbse vermitteln, als kapillare Röhren, die Fortleitung des Wassers und tragen hierdurch zum leichteren Anquellen bei.

Neue Litteratur.

***G. Kraus.* Ueber die Wasservertheilung in der Pflanze. II. Der Zellsaft und seine Inhalte.** Halle 1880 bei Max Niemeyer. 72 S.

Ueber den ersten Theil der Studien des Verf. über die Wasservertheilung haben wir Bd. III, pag. 65 dieser Zeitschrift berichtet. Nachdem Verf. die Vertheilung des Wassers in wachsenden Sprossen, sowie bei geotropischen und heliotropischen Krümmungen, ausgedrückt im Trockensubstanzgehalte, studirt hat, wendet er sich im vorliegenden zweiten Theil zur Bestimmung des spezifischen Gewichts des Zellsafts und seines Gehalts an einigen physiologisch wichtigen Stoffen. Als Zellsaft ist die Flüssigkeit bezeichnet, welche man durch Zerreiben und Auspressen der betreffenden Pflanzentheile erhält. Es wurde dessen Gewicht sofort und im filtrirten Zustande bestimmt. Die Ermittelung des Zuckergehalts geschah durch *Fehling*'s Lösung, bezieht sich daher eigentlich auf sämmtliche reduzirende Substanzen des Zellsafts. Die Säuren wurden durch Titrirung mit Natronlauge bestimmt, in einigen wenigen Fällen auch der Gehalt an Eiweiß d. h. an durch Erhitzung coagulirbarer Substanz.

I. *Der Zellsaft im wachsenden Sproß.* In einem wachsenden Sproß steigert sich der prozentische Wassergehalt von den jüngsten zu den älteren Internodien, so lange das Wachsthum stattfindet. Erst nach Beendigung des Längenwachsthums nimmt der Wassergehalt ab, die Trockensubstanz zu. Das Wachsthum der Zellen geht mit einer fortwährenden Verdünnung des Zellsafts Hand in Hand, das spez. Gewicht desselben nimmt von den jüngeren zu den älteren Internodien ab, um gewöhnlich später wieder zu steigen. Es fällt aber das Maximum des Wassergehalts eines Sprosses nicht mit dem Minimum der Zellsaftsconcentration zusammen; während in Folge Verdickung und Verholzung der Elemente eines ausgewachsenen Sprosses die Trockensubstanz energisch zunimmt, nimmt das spez. Gewicht noch ab in dickverholzten Theilen. — Soweit das Eiweiß berücksichtigt wurde, fand sich eine relative Abnahme desselben mit dem Wachsthum und Alter der Internodien. Auch die freien Säuren des Zellsafts zeigen eine continuirliche Abnahme, so daß der Saft der jüngsten sichtbaren Internodien am sauersten war. Absolut dagegen nimmt der Säuregehalt zu, es werden im wachsenden Sproß fortwährend Säuren gebildet. Der relative Zuckergehalt nimmt im wachsenden Stengel eine Zeit lang zu, erreicht ein Maximum, von welchem aus er wieder sinkt. Da der Zellsaft beim Steigen des Zuckergehalts an Concentration abnimmt, muß eine absolute Zunahme des Zuckers im wachsenden Internodium stattfinden, es wird solcher mit steigender Geschwindigkeit beim Wachsthum erzeugt. Zuckermaximum und Wachsthumsmaximum treffen nicht zusammen, sondern das erstere liegt ansehnlich unterhalb des letzteren.

II. *Veränderungen des Saftgewichts bei einseitigen Wachsthumsvorgängen im Sproß.* Die früheren Untersuchungen hatten ergeben, daß die stärker wachsende Seite wasserreicher wird, daß aber diese Aenderung

schon vor Eintritt einer äußerlich sichtbaren Krümmung stattfindet. Bezüglich der Aenderungen des Zellsafts selbst sind zu unterscheiden die Stadien vom Zeitpunkt des Horizontallegens der Stengel (geotropische Versuche) bis zum Beginn der Krümmung, dann bei der Krümmung selbst. In horizontal gelegten Stengeln beginnt eine vermehrte Zuckerbildung, wodurch dieselben in kurzer Zeit zuckerreicher werden als gleichgebildete senkrecht gebliebene Stengel. Diese gesteigerte Zuckerbildung geschieht unterseits stärker, wodurch hier der absolute Zuckergehalt gegenüber der Oberseite überwiegt. Gleichzeitig findet eine Verringerung des Gehalts an freien Säuren statt und zwar unterseits stärker. Zugleich wandert Wasser von der Ober- zur Unterseite, der unterseitige Zellsaft wird leichter, weniger conzentrirt. Nun beginnt sich die Krümmung äußerlich bemerkbar zu machen, und mit ihrem Eintritt nimmt der Zucker- und Säuregehalt des unterseitigen Zellsafts absolut und relativ ab, was umsomehr eine Verdünnung dieses Zellsafts zur Folge haben muß. Versuche mit nicht mehr krümmungsfähigen Stengeln ergaben gleichfalls eine Wanderung an Wasser zur Unterseite und eine absolute Verminderung der unterseitigen Zuckermenge. Hieraus geht hervor, daß die ungleiche Stoffvertheilung nicht erst eine Folge eingeleiteten ungleichen Wachsthums ist. — Aus den (wenigen) heliotropischen Versuchen ergiebt sich Uebereinstimmung mit den Veränderungen bei Schwerkraftskrümmungen: auch hier wird schon vor der Krümmung eine ungleiche Wasser- und Zuckervertheilung eingeleitet; dieselbe ist ebenso nach der Krümmung vorhanden und bleibt auch bei krümmungsunfähigen Stücken nicht aus.

III. ***Zuckerbildung bei Erschütterung der Pflanzen.*** Schüttelt man einen frischen (wachsenden) Sproß einer Kraut- oder Holzpflanze, so daß er sich bogenförmig krümmt, dann wird der Saft der convexen Seite concentrirter als auf der concaven. Hiebei hat die convexe Seite einen höheren Zuckergehalt. Der Saft aus geschüttelten Pflanzen ist concentrirter, zuckerreicher, der absolute Zuckergehalt hat zugenommen, wie aus dem Vergleich mit ungeschüttelten Pflanzen hervorgeht. Zur Hervorrufung der Zuckerbildung reicht schon eine Erschütterung aus, welche sich innerhalb der Grenzen hält, die in der freien Natur bei mäßig bewegter Luft stattfinden. Auch Blattstiele, ausgewachsen und halbwüchsig, sowie Blattflächen zeigen das nämliche Verhalten, selbst in verholzten Zweigen scheint das Gleiche einzutreten. Es ist nicht nothwendig, daß durch die Erschütterung eine merkliche Krümmung bleibt. — Mit der Zuckerbildung ist häufig ein Verschwinden freier Säure aus dem Zellsaft nachzuweisen. *C. K.*

F. Reinitzer. **Ueber die physiologische Bedeutung der Transspiration der Pflanzen.** Sep.-Abdr. aus dem LXXXIII. Bd. der Sitzber. der K. Akad. d. Wissenschaften. I. Abtheil. Januarheft 1881. 26 S.

Mit Rücksicht auf die bekannte Erfahrung, daß die Pflanzen in der wasserdampfreichen Luft der Gewächshäuser, in feuchten Wäldern und an ähnlichen Lokalitäten sehr üppig gedeihen, an freien, luftigen Orten dagegen viel langsamer wachsen, wirft Verf. die Frage auf, ob denn die Ansicht jener Forscher, welche der Transspiration eine vortheilhafte Einwirkung auf die Pflanzen, durch Beförderung der Zufuhr von Nährstoffen aus dem Boden, zuschreiben, richtig sei; vielmehr könnte die Transspiration in Hinsicht der bezeichneten Erfahrungen selbst schädlich wirken.

Zur Beleuchtung der Frage wurden Pflanzen in sehr trockener und sehr feuchter Atmosphäre längere Zeit belassen. Sie kamen unter Glasglocken, denen mit Wasserdampf gesättigte resp. völlig trockene Luft zugeführt wurde. Während des Aufenthalts in den Glocken wurde das Wachsthum mit einem Zeigerapparate verfolgt. Als Versuchspflanzen dienten zuerst Tradescantia viridis, Boussingaultia und Evonymus japonicus. Die Trockenpflanzen starben nach längerer oder kürzerer Zeit ab, weil die Zufuhr von Wasser hinter dem Verbrauch zurückblieb. Es wurde daher versucht, den Pflanzen das Wasser unter Druck zuzuführen. Diese Versuche wurden mit Tradescantiazweigen angestellt, welche sich in Nährstofflösung gut bewurzelt hatten und welche unter dem Drucke einer Nährstofflösung standen. Die Pflanze in feuchter Luft wuchs doppelt bis dreimal so schnell, sie hatte längere, zahlreichere, dickere Internodien und trieb Wurzeln aus den Knoten, auch waren ihre Blätter viel größer als jene der Trockenpflanze und sehr zart. In Folge ihrer größeren Turgescenz zeigt auch die Feuchtpflanze größere heliotropische Empfindlichkeit. Aber nicht allein das Wachsthum wurde durch die Transspiration verzögert, es verminderte sich auch die Biegungselastizität der Internodien. In ähnlicher Weise ergab sich auch aus anderen Versuchen, worunter solche mit verholzten und in Erde eingewurzelten Pflanzen, eine beträchtliche Verzögerung des Wachsthums der transspirirenden Pflanzen.

Zur Erklärung dieser das Wachsthum hemmenden Wirkung der Transspiration verweist Verf. einerseits auf die durch die Transspiration erzeugte Wasserbewegung (mit im Wasser gelösten Nährstoffen), anderseits auf die Verminderung der Turgescenz. In ersterer Hinsicht führe zwar der Transspirationsstrom Nährstoffe in die Pflanze, sei aber trotzdem für die Pflanze werthlos. Die einheitliche Bewegung müßte ungünstig wirken, es müßten durch den Transspirationsstrom Störungen und Unordnungen in den nach den verschiedensten Richtungen gehenden, für den Stoffwechsel nothwendigen Diffusionsbewegungen eintreten. Die Mehrzufuhr an Nährstoffen könne keinen begünstigenden Einfluß auf das Wachsthum üben. Erstens sei sie überflüssig, weil sich ohnehin die Zufuhr durch den Verbrauch regulire, als Folge verstärkter Diffusionsbewegung. Die Zufuhr durch den Transspirationsstrom richte sich auch nicht nach dem momentanen Verbrauch und Bedürfniß, sondern nach dem Verhältnisse, in dem die Nährstoffe in der Bodenflüssigkeit vorkommen. Es würden hiedurch viele überflüssige Bestandtheile in die Pflanze geführt u. s. w. — In welcher Weise die Verminderung der Turgescenz bei der Beeinträchtigung des Wachsthums mitwirkt, brauchen wir unter Verweisung auf die herrschenden Anschauungen nicht näher auseinanderzusetzen. Unter den Versuchsbedingungen waren die Feuchtpflanzen zwar wasserreicher, aber es war auch ihre gesammte Produktion an organischer Substanz bedeutend gesteigert: sie besaßen ein beträchtlich höheres Frisch- und Trockengewicht.

Zuletzt wirft Verf. die Frage auf, weßhalb die Transspiration im Pflanzenreich so allgemein verbreitet ist. Die Vermehrung der Kohlensäure aufnehmenden Oberfläche sei auch eine Vergrößerung der transspirirenden Fläche und insofern sei die Transspiration ein nothwendiges Uebel für die Pflanze. Eine die Transspiration mindernde Organisation (Verminderung der Spaltöffnungen, starke Cutisirung der Epidermis, wie bei Cacteen und anderen Bewohnern trockener Orte) habe auch Minderung der Kohlensäureassimilation und hiedurch langsames

Wachsthum zur Folge. Mit dem Schutze gegen Transspiration nehme umgekehrt die Kohlensäure zersetzende Fläche zu. Im Allgemeinen suchten sich die Pflanzen aufs deutlichste gegen die Transspiration zu schützen, man finde durchgängig das Bestreben, bei größtmöglichster Assimilationsoberfläche einen möglichst kleinen Transspirationsverlust zu erleiden. Der einzige Vortheil der Transspiration sei die Förderung der Verdickung und Verholzung der Zellwände, wodurch die Pflanzen widerstandsfähiger gegen mechanische Einflüsse würden, im Uebrigen aber würden hiedurch die Funktionen der Pflanzen gehindert.

Anmerkung des Ref. Der Verfasser obiger Abhandlung schreibt der Transspiration der Pflanzen eine für das Wachsthum schädliche Rolle zu, auf Grund der vergleichenden Beobachtung von in feuchter Luft und bei stärkster Transspiration wachsenden Pflanzen. Er geht jedoch noch weiter, indem er erklärt, mit Ausnahme eines einzigen Punktes, nämlich der Begünstigung der Verholzung, sei die Transspiration für die Funktionen der Pflanzen nur ein Hinderniß. Es entsteht nun die Frage, ob die mitgetheilten Versuchsergebnisse, sowie die Bedingungen, unter welchen sie erhalten sind, dann die Ausdehnung der Beobachtungen selbst den angegebenen weittragenden Schluß rechtfertigen.

Es ist hier vor Allem zu bemerken, daß zwar die Versuche die alte Erfahrung von der Beförderung des Blattwachsthums durch feuchte Luft (vergl. hieher auch die Versuche von *Sorauer*, Bd. III. pag. 403 ff. dieser Zeitschrift) bestätigen, daß aber Messungen der Zuwachse nur einen einseitigen Maßstab zur Schätzung des physiologischen Werthes der Transspiration bieten können. Der Erfahrung der Beförderung des Blattwachsthums stehen andere Erfahrungen gegenüber, welche unter Umständen diese einseitige Verschiebung der gesammten Entwickelung, diese einseitige Förderung der einen Funktion des Wachsthums, den zum höchsten Grade gesteigerten turgor vitae als für die gesammte Oekonomie der Pflanzen nachtheilig und deshalb die Abgabe von Wasser als vortheilhaft erscheinen lassen: die Bedingungen der Blüthenbildung vereinigen sich nicht mit den Bedingungen üppigsten Blattwachsthums; die Ausbildung und Füllung der perennirenden Theile leidet oft genug durch das bei feuchtester Luft zu sehr geförderte Wachsthum u. s. w. Die praktische Erfahrung führt öfter dazu, von in trockener Luft gesteigerter Transspiration einen vortheilhaften Gebrauch zu machen.

Wenn demnach schon die Einseitigkeit der Vergleichung, die Beiziehung einer einzigen Funktion, keinen allgemeinen Schluß auf Schädlichkeit der Transspiration zuläßt, so berechtigen hiezu die Versuche auch deshalb nicht, weil die Versuchsverhältnisse für die Trockenpflanzen zu extrem waren. Es wird wohl keiner der Forscher, welche der Transspiration einen vortheilhaften Einfluß zugeschrieben haben, diese Ansicht so verstanden haben wissen wollen, daß auch ein solcher Grad der Transspiration noch günstig wirken müsse, bei dem die Pflanzen dem Vertrocknen nahe kommen. Dieser Grad ist aber je nach Spezies, Varietät, Bodenverhältnissen, Entwickelung u. s. w. gewiß sehr verschieden, was bei der Auswahl der Versuchsarten, bei der Einhaltung des Trockenheitsgrades, dem sie auszusetzen sind, sowie bei der Ausdehnung, welche den Schlüssen aus den Versuchen gegeben werden darf, zu berücksichtigen ist. Die Verhältnisse der Förderung der Zufuhr mineralischer Nährstoffe mit dem Transspirationsstrom sind keinenfalls ohne Weiteres so klar, und es ist die Vortheilhaftigkeit dieser Zufuhr

nicht so ohne Weiteres auf Grund theoretischer Erwägungen von der Hand zu weisen, wie Verf. darstellt. *C. K.*

***N. Pringsheim.* Ueber Lichtwirkung und Chlorophyllfunktion in der Pflanze.** *Pringsheim*'s Jahrb. f. wiss. Bot. Bd. XII. Heft 3. pag. 288—437. Mit Tafel XI—XXVI.

Wir haben seiner Zeit wiederholt (pag. 66—72, 305—307 des III. Bandes dieser Zeitschrift) über die einschlägigen Untersuchungen des Verf. referirt. In diesen früheren Mittheilungen ist auch das Wesentliche der Ergebnisse enthalten. In vorliegender Abhandlung sind dieselben, von Abbildungen begleitet, in erweiterter Form dargestellt, „sie enthält in keinem Punkte von den früheren Publikationen wesentlich abweichende Angaben". Dagegen gestatten diese genauen Angaben nunmehr eine kritische Betrachtung der neuen Theorieen. In diesem Sinne ist das folgende Referat abgefaßt.

I. *Bau und Zusammensetzung der Chlorophyllkörper.*

Durch Einwirkung verschiedener Mittel auf chlorophyllhaltige Zellen lassen sich in oder aus den Chlorophyllkörnern oder chlorophyllführenden Plasmapartieen überhaupt gewisse Ausscheidungen hervorrufen. Dieselben sind verschieden, je nachdem man feuchte Wärme oder verdünnte Säuren anwendet. Erwärmt man, so erscheinen an der Peripherie der Chlorophyllkörper halbflüssige, meist rein grün (seltener gelbgrün und blaugrün oder röthlichbraun) gefärbte Tropfen, während sich die Grundsubstanz der Chlorophyllkörper mehr und mehr, aber nur schwer vollständig, entfärbt. Diese Grundsubstanz behält die frühere Form, erscheint aber balkenartig in dichtere und weniger dichte Partieen differenzirt; war die angewandte Temperatur für den Stärkmehlgehalt der Körner zu hoch, so zerreißen die Chlorophyllkörper durch das Aufquellen der Stärke und es hinterbleiben nur die zerrissenen Schalenstücke. „Es liegt nahe anzunehmen, daß die Substanz, welche den Farbstoff gebunden hält, im natürlichen Zustande das Chlorophyllkorn durchtränkt und die Maschen der dichteren Substanz des Grundgerüstes erfüllt, durch die in Folge der Wasseraufnahme eintretende Quellung aber aus demselben hervorgedrängt wird." — Läßt man verdünnte Säuren, namentlich Salzsäure einwirken, so färben sich die Chlorophyllkörner gelb (oder etwas in's Bräunliche), ohne sonstige Aenderung in Form und Struktur. Nach einigen Stunden finden sich in den Körnern röthlichbraune oder rostfarbige Massen. Dies tritt ein bei allen chlorophyllgrünen Pflanzen, aber nicht bei Phycochromaceen, Diatomeen, Phaeosporeen, Fucaceen, Florideen. Diese Massen unterscheiden sich von den durch Erwärmung austretenden Tropfen durch Farbe und Consistenz: sie sind mehr fettartig-schmierig. Nach kurzer Zeit (auch ohne weitere Einwirkung von Säure) erlangen sie ein krystallinisches Gefüge. „Soweit tritt die Reaction ziemlich gleichartig bei allen grünen Pflanzen schon in den ersten 6 bis 60 Stunden nach der Einwirkung der Säure ein." Weitere Veränderungen treten ein, wenn die Präparate noch älter werden, wobei es fast gleichgültig „erscheint" (= ist? Ref.), ob die Präparate noch ferner in der Salzsäure liegen bleiben oder in Wasser gebracht werden. Es schießen nämlich allmälig aus den rostfarbigen Absonderungen Stäbchen, Nadeln, Fäden von krystalloïdischer Struktur hervor. Dieselben werden als Hypochlorin zusammengefaßt. Die rostbraunen Ausscheidungen machen bei ihrem ersten Auftreten in den

Chlorophyllkörpern den Eindruck zusammenfließender fettartiger Massen; die späteren Veränderungen, welche die bezeichneten krystalloïdischen Bildungen hervorrufen, scheinen wenigstens zum Theil von einer Verharzung dieser ätherisch-öligen Massen zu rühren. Indessen bleibt immer ein Rest der ursprünglichen Masse zurück. „Es liegt daher offenbar ein Gemenge von Substanzen vor, in welches auch der Farbstoff der Chlorophyllkörper zum Theil eingegangen ist und dessen Löslichkeitsverhältnisse dem Verhalten eines Gemenges von öl- und harzartigen Stoffen entsprechen, in dem Sinne natürlich, in welchem diese Begriffe in der mikroskopischen Anatomie gehandhabt werden. . . Nur diejenige Substanz dieses Gemenges nun, welche aus demselben in Form der Nadeln, Fäden u. s. w. herauskrystallisirt, oder vielmehr ihre präexistirende Grundlage in den Chlorophyllkörpern, bezeichne ich als Hypochlorin, wobei ich vorläufig davon absehe, ob jene präexistirende Grundlage während ihrer Abscheidung durch die Salzsäure noch eine Veränderung erleidet oder nicht. Dies Hypochlorin besteht offenbar schon in den Chlorophyllkörpern in ihrem natürlichen Zustand neben dem grünen Farbstoff, denn die Ausscheidungen treten ja sichtlich aus der Substanz des Chlorophyllkorns hervor. Nun könnten aber vielleicht Zweifel entstehen, ob dasselbe in der That als ein besonderer selbständiger und vom Farbstoff differenter Körper in den Chlorophyllkörpern existirt, oder nicht vielmehr bloß ein durch die Salzsäure erzeugtes Derivat des grünen Farbstoffes ist.“ Verf. sucht diese Zweifel zu zerstreuen 1. durch den Nachweis, daß die älteren Hypochlorinbildungen später erbleichen, manchmal sogar bei ihrem ersten Entstehen farblos sind; 2. durch die Beobachtung, daß nicht sämmtliche Chlorophyllkörner einer Zelle solche Ausscheidungen zeigen, manchmal sogar dieselben in ganzen Zellen unterbleiben, trotz des überall vorhandenen Chlorophyllfarbstoffs. Hiernach wird das Hypochlorin in Parallele gesetzt zu Stärke und Oel, welche auch in den Chlorophyllkörnern nachzuweisen sind oder nicht, je nach Ansammlung oder Verbrauch. Aus der sporadischen Verbreitung des Hypochlorins wird daher auf einen regelmäßigen Verbrauch desselben geschlossen, ganz nach Art der Assimilationsstärke. Bei Algen mit verschieden geformten Chlorophyllmassen fehlt das Hypochlorin nur selten ganz in der einen oder anderen Zelle; der regelmäßige Verbrauch äußert sich hier in der außerordentlich variablen Quantität, welche zu verschiedenen Zeiten in ihren Zellen vorhanden ist. „Bei diesen Pflanzen mit ausgedehnten Chlorophyllbändern, Chlorophyllplatten u. s. w. wird zugleich die Selbständigkeit des Hypochlorins als eines unmittelbaren Bildungsprodukts des Chlorophyllkörpers noch durch seine scharfe Lokalisation in der Chlorophyllmasse direkt anatomisch sichtbar“ (z. B. bei Spirogyren treten die Hypochlorinbildungen als genau begrenzte Massen einzeln am Rande und in der Mittellinie der Bänder in weiten Abständen von einander auf). Ferner erscheinen die Hypochlorinbildungen mit Vorliebe an der Peripherie der Amylumherde dieser Pflanzen. „Der günstige Umstand, daß das Hypochlorin bei den Spirogyren an so genau bestimmten Orten auftritt, ließ auch hoffen, daß es gelingen müsse, in den frischen, noch nicht mit Salzsäure behandelten Chlorophyllbändern schon Andeutungen seiner Existenz aufzufinden. . . Bei leichten Eingriffen (mechanischer Druck, Erwärmung) sieht man an hypochlorinhaltigen Exemplaren . . . genau an den Erscheinungsstellen der Hypochlorinbildungen große, helle, vacuolenartige Räume auftreten, die man

gewöhnlich nicht bemerkt, und die mit einer, das Licht stark brechenden ölartigen Flüssigkeit erfüllt sind. . . Ihr örtliches Zusammenfallen mit den durch Salzsäure hervorgerufenen Hypochlorinbildungen legt die Vermuthung nahe, daß es dieser ölige Stoff ist, welcher die Hypochlorinausscheidungen bildet.“ — Die Hypochlorinreaction mit Salzsäure unterbleibt in genügend erwärmten Geweben, manchmal aber erst, wenn in Wasser aufgekocht wurde. „Der Farbstoff der Chlorophyllkörper und auch die Form derselben — die letztere, wenn nicht zu hohe Temperaturgrade angewandt werden — bleiben hiebei intact.“ — Die Erscheinungen bei der Erwärmung grüner Gewebe und Einwirkung von Salzsäure werden hiernach in folgenden Zusammenhang gebracht: Bei Behandlung mit Salzsäure trennt sich ein ölartiger Stoff (Hypochlorin) von der Grundsubstanz des Chlorophyllkörpers und tritt in Form gerinnender rostfarbener Massen, welche später krystallinisch werden, aus. Gleichzeitig quillt ein Theil des Farbstoffs, an seinen Träger gebunden und mit den Hypochlorinmassen vereinigt, hervor. Die beim Erwärmen austretenden grünen Tropfen bestehen blos aus dem Farbstoff und seinem Träger, sie liefern kein Hypochlorin, weil dasselbe durch die Erwärmung zerstört wurde. — Zellen in abnormen Zuständen, welche auch gewaltsam herbeigeführt werden können, liefern kein Hypochlorin, auch wenn die Farbe keine Beeinträchtigung erlitten hat. — „Die hier dargelegten Thatsachen führen daher zu der Annahme, daß in den Chlorophyllkörpern allgemein verbreitet ein flüssiger, ölartiger Stoff vorkommt, der neben dem Farbstoff und seinem Träger als ein selbständiger Körper in ihnen besteht, und ebenso, wie er in ihnen gebildet wird, bei seinem Verbrauch im Stoffwechsel auch wieder aus ihnen verschwinden kann.“ — „Die feste Grundsubstanz der Chlorophyllkörper bildet ein schwammförmiges Gebilde, welches im normalen Zustande von dem ölartigflüssigen Träger des Farbstoffs und dem Hypochlorin durchtränkt ist. In den Fällen, in welchen bereits feste secundäre Ablagerungen, z. B. Stärkekörner im Chlorophyllkorn auftreten, kann man sich noch überzeugen, daß das schwammförmige Gerüste nur den peripherischen Theil des Gebildes ausmacht, daß die Chlorophyllkörper eigentlich Hohlkörper mit netzartig durchbrochener Hülle darstellen, in dessen Innern die secundären Bildungsprodukte als fremdartige Einschlüsse abgelagert werden. . . Offenbar ist diese Organisation der Chlorophyllkörper ihrer Funktion vorzüglich angepaßt, denn ihr eigenthümlicher poröser Bau und die Durchtränkung der schwammförmigen Substanz mit einem leicht verharzenden Oel macht die Chlorophyllkörper zu besonders geschickten Organen für die Gasaufnahme, namentlich aber für die Condensation und Bindung des Sauerstoffs.“ (Ueber Struktur der Chlorophyllkörper vergl. das Referat pag. 491 des III. Bands dieser Zeitschrift.)

II. *Ueber eine Methode mikroskopischer Photochemie.* Genaue Beschreibung der Vorrichtungen zur Beobachtung der Präparate bei intensivstem Lichte. Mittels einer unter dem Mikroskoptische angebrachten Linse werden die direkten Sonnenstrahlen auf die mikroskopischen Objekte concentrirt. Berücksichtigung und Beseitigung der thermischen Wirkungen u. s. w.

III. *Lichtwirkung. Lichtstarre. Lichttod.*

a. Allgemeine Orientirung. Die Zeitdauer, bis zu der sichtbare Wirkungen in der bestrahlten Zelle eintreten, kann sehr verschieden sein, in allen

grünen Zellen reichen schon wenige Minuten; manche, namentlich nicht grüne Zellen bleiben selbst bei halbstündiger und längerer Lichtwirkung unempfindlich, z. B. farblose Schwärmzellen. Man hat es in der Gewalt, die Veränderungen bis zum Eintritt von Lichtstarre und Lichttod zu steigern. In chlorophyllhaltigen Zellen tritt Zerstörung des Farbstoffs ein, was sich ganz lokal auf die insolirte Stelle beschränkt. Aber auch der übrige Zellinhalt erleidet Veränderungen. So z. B. tritt bei Spirogyrazellen Erlöschen der Körnchenbewegung des wandständigen Plasma's ein; die Plasmastränge contrahiren sich; das Plasma um den Zellkern schwillt zur Blase an; es treten in den Strängen bläschenartige Bildungen („Plasmaknoten") auf; der Turgor der insolirten Zellen ändert sich u. s. w.: Viele dieser Veränderungen sind bereits Todeserscheinungen, wie sie ähnlich auch bei anderen Todesursachen eintreten; nur einige sind spezifische Erscheinungen des Lichttods. Aehnlich sind die Veränderungen bei anderen Algen, bei Characeen, Moosen, Farnen, Phanerogamen. Je nach der spezifischen Energie der Pflanzen, Größe und Dicke der Versuchszellen bei Nitella kann der Lichttod einer ganzen Zelle, welche nur an einer kleinen Stelle vom Lichte getroffen wird, der völligen Zerstörung des Chlorophyllfarbstoffs an dieser beschränkten Stelle vorausgehen oder erst der Zerstörung des Farbstoffs nachfolgen; oder es kann die Zerstörung des Farbstoffs ohne alle weiteren schädlichen Folgen für das Leben der Zelle bleiben. In kräftigen, längeren Schläuchen (von Nitella) kann sich die insolirte Stelle völlig entfärben ohne Aenderung der Chlorophyllkörner im übrigen, nicht beleuchteten Zellentheile, ohne Störung der Circulation. In anderen Fällen gerathen die Chlorophyllkörper des nichtbeleuchteten Theils in Unordnung, sie quellen unter Formänderung zu mit Flüssigkeit gefüllten Bläschen auf, während jene der beleuchteten Stelle sich nicht ändern, bisweilen kaum entfärben. Endlich contrahirt sich die ganze Hautschicht, die Zelle ist todt· „Es ist eine bemerkenswerthe Thatsache, daß in den Fällen, in welchen der Tod des Nitellaschlauchs durch Lichtwirkung eintritt, gewisse allgemeine und constante Todeserscheinungen des Zellinhalts gerade an der vom Licht getroffenen Stelle ausbleiben. So quellen die entfärbten Chlorophyllkörper der vom Licht getroffenen Stelle nicht auf, während dies sämmtliche Chlorophyllkörper in dem nicht insolirten Theil des Schlauches thun." Bei rechtzeitiger Sistirung der Lichtwirkung kann es vorkommen, daß die halb oder ganz entfärbten Chlorophyllkörper sich von der Hautschicht ablösen und in die Stromebene herabfallen und mit der Strömung ununterbrochen fortfließen. Manchmal theilt sich das Plasma an der entfärbten Stelle in zwei für sich circulirende Ströme. — Auch nicht grüne Zellen werden afficirt, z. B. kann in den Filamenthaaren von Tradescantia virginica Lichtstarre und Lichttod unter Zerstörung der blauen Farbe herbeigeführt werden.

b. Die Bedingungen der Lichtwirkung in der Pflanzenzelle. Um die beschriebenen Veränderungen hervorzurufen, genügt hohe Lichtintensität für sich allein nicht. Es kommt auch auf die Farbe des Lichts und die Gegenwart von Sauerstoff an. Weißes Licht wirkt rasch und energisch, farbiges langsamer, am wenigsten rothes. Letzteres ist sogar nicht oder nur in äußerst geringem Grade wirksam. Dies wäre nicht möglich, wenn die Wärmewirkungen das Entscheidende wären. Was das Vorhandensein von Sauerstoff betrifft, so sind die Versuche in sauerstofffreien Gasen und Gasgemengen dahin „überein-

stimmend ausgefallen, daß ich ganz allgemein den Satz hinstellen darf, daß dieselben grünen und nichtgrünen Zellen, die bei Gegenwart von Sauerstoff schon in 3 bis 5 Minuten in verhältnißmäßig kalten intensiven, grünen und blauen Sonnenbildern unrettbar getödtet werden, bei Ausschluß von Sauerstoff in intensiven Sonnenbildern jeder Farbe immun bleiben, wenn die Expositionsdauer nicht so lange ausgedehnt wird, daß schließlich im Wassertropfen und Versuchsobjekt nachhaltig schädliche Wärmewirkungen erfolgen können."

c. Das Verhalten der einzelnen Bestandtheile des Zellinhalts im intensiven Lichte. Da nach der Auffassung des Verf. die im intensiven Lichte bei Gegenwart von Sauerstoff eintretenden Veränderungen und Zerstörungen Oxydationen sind, so lautet die Ueberschrift: „Die im intensiven Lichte verbrennlichen und die in demselben unverbrennlichen Bestandtheile der Zelle". — „Man ist unbedingt berechtigt, anzunehmen, daß unter denjenigen Körpern in der Zelle, welche durch ihre Veränderungen im intensiven Lichte ihre große Affinität zum Sauerstoff verrathen, sich die eigentlichen Brennstoffe der normalen Athmung der grünen Theile der Gewächse befinden."

1) Die Farbstoffe des Zellinhalts im intensiven Lichte. Vergl. hierüber zunächst oben. — Das Chlorophyll verschwindet spurlos, wornach vermuthet wird, daß es direkt in die gasförmigen Produkte der Athmung übergeht. Vorhandensein von Kohlensäure ist ohne Einfluß. Selbst wenn die Zelle nach der Insolation noch lebend und vegetationsfähig zurückbleibt, ist sie doch unfähig, den zerstörten Chlorophyllfarbstoff zu regeneriren. „Diese Erfahrungen führen zu dem Schluß, daß die Zerstörung des Chlorophylls, wo immer sie in der Natur eintreten möchte, ein pathologischer, der Pflanze schädlicher Prozeß ist, aber nicht, wie man mehrfach behaupten wollte, ein normaler Vorgang sein kann, der im Assimilationsprozesse des Kohlenstoffs seine nothwendige Stelle einnimmt." — Auch andere, gelbe, blaue, rothe Farbstoffe werden wie Chlorophyll zerstört; es gilt dies aber nicht für alle in den Pflanzen vorkommenden Farbstoffe.

2) Das Grundgerüste der Chlorophyllkörper und seine Einschlüsse im intensiven Lichte. Die Grundsubstanz (das Plasma) hinterbleibt in ähnlichem Aussehen wie durch Entfärbung mit Alkohol, als schwammförmiges Gebilde, mit der Fähigkeit zur Jod- und Farbstoffspeicherung, auch geht (Nitella) die Quellungsfähigkeit verloren, kurz sie erleidet die gründlichste Veränderung, erlangt aber dadurch große Beständigkeit. — Von Einschlüssen kommen in Betracht: Stärke, Fetttröpfchen, Gerbstoffbläschen (diese bei Mesocarpus scalaris nachgewiesen). Alle diese Einschlüsse zeigen bei der Zerstörung des Chlorophylls weder Vermehrung noch Verminderung.

3) Das Hypochlorin im intensiven Lichte. Dasselbe fehlt in den vom Lichte getroffenen Zellen und zwar gerade so weit, als sie vom Lichte getroffen werden. Seine Zerstörung erfolgt früher als die Zerstörung des Farbstoffs.

4) Das Protoplasma der Zelle und ihr Turgor im intensiven Lichte. Der Turgor schwindet, der Wandbeleg wird permeabler und läßt nunmehr Farbstofflösungen ohne Hinderniß eindringen. Die Veränderung der molekularen Struktur des Wandplasma's zeigt sich auch in der Einbuße der Contractilität bei Einwirkung plasmolytischer Reagentien. „Offenbar findet an der belichteten Stelle eine partielle Zerstörung des Protoplasma's statt, die seine Con-

tractionsfähigkeit vermindert oder aufhebt. . . Wenn wir uns aber erinnern, daß diese Wirkung des intensiven Lichts nur bei Gegenwart von Sauerstoff eintritt, so wird klar, daß unter dem Einflusse des Lichts Bestandtheile des wandständigen Protoplasma's unmittelbar mit dem Sauerstoff der Luft zusammentreten und mit demselben verbrennen müssen." — „Viele (der beschriebenen) Veränderungen fallen zweifellos mit allgemeinen äußeren Todeserscheinungen des Protoplasma's zusammen und treten in ähnlicher Weise auch bei anderen Todesursachen auf." — Die Lichtstarre des Protoplasma's kann bei allen Arten der Bewegung desselben beobachtet werden. Unterbricht man die Insolation rechtzeitig, so kehrt sie in vielen Fällen normal wieder. Das Licht schafft durch die Veränderungen im Protoplasma an dem Orte, wo es wirkt, ein Hinderniß für die Bewegung; an der insolirten Stelle wird sie langsamer. „Auf diese größere Unwegsamkeit des Protoplasma's, die unter dem Einflusse höherer Lichtintensitäten an den belichteten Stellen erzeugt wird, sind in einfacher Weise die Bewegungserscheinungen im Innern der Zellen bei wechselnden Beleuchtungsintensitäten zurückzuführen. Wenn das Protoplasma sich an beleuchteten Stellen ansammelt, so liegt der Grund nicht darin, daß das Protoplasma gleichsam vom Lichte angezogen wird, sondern darin, daß bei gewissen Intensitäten die Bewegung an der beleuchteten Stelle verlangsamt ist. Ebenso erklärt sich auch das entgegengesetzte Verhalten, die Ansammlung des Protoplasma's an beschatteten Stellen, durch die eintretende Unwegsamkeit der belichteten, die das Protoplasma in andere Bahnen zwingt. Die Anordnung der beweglichen Massen in der Zelle zeigt nur den relativen Beweglichkeitszustand im Protoplasma an den verschiedenen, heller und dunkler beleuchteten Stellen an, entsprechend den durch das Licht beeinflußten Oxydationen seiner Substanz."

5) Die Membran der Zelle im intensiven Lichte. Dieselbe zeigt keine besonders auffallenden Veränderungen ihrer Eigenschaften.

IV. ***Die Athmung der grünen Gewebe im Lichte und die Funktion des Chlorophyllfarbstoffs.*** Das Chlorophyll steht zur Athmung (zu den Oxydationsvorgängen in den Zellen) insoferne in Beziehung, als durch seine Lichtabsorption die Lichtintensität vermindert, die Sauerstoffwirkung auf die Zelle herabgesetzt wird. Die leuchtenden Strahlen wirken auf das farblose Protoplasma und die Grundsubstanz der Chlorophyllkörper, sowie auf gewisse Einschlüsse derselben bei Gegenwart von Sauerstoff die Verbrennung steigernd ein. Diese Lichtwirkung trifft den Inhalt direkt und wird nicht etwa durch die grüne Farbe vermittelt (in welchem Falle das Chlorophyll gerade die Beschädigung durch intensives Licht hervorrufen würde). Dies geht daraus hervor, daß auch chlorophyllfreie Zellen oder Zellpartieen durch intensives Licht leiden. Immerhin aber sind grüne Gewebe empfindlicher als farblose oder andersfarbige. Dies wird aber nicht durch die Absorptionen im Chlorophyll (durch die Farbe dieses Stoffs) bewirkt, „sondern die Ursache liegt in dem Vorhandensein der leicht oxydirbaren Assimilationsprodukte, die in den Chlorophyllkörpern der grünen Gewebe entstehen". Im Gegentheil vermindert der Farbstoff die Lichtwirkung auf die in seinem Schatten befindlichen Zelltheile. Unter den Spirogyren sind gerade diejenigen am empfindlichsten gegen Licht, deren Chlorophyllbänder schwach gefärbt und in weiten Windungen auseinandergezogen sind. Je enger die Windungen, je tiefer

ihre Farbe, nicht desto kräftiger ist die Lichtwirkung auf die Zelle, sondern desto immuner zeigt sich die Zelle gegen das Licht“ u. s. w. — „Bezeichnend für die Wirkungsweise des Chlorophyllfarbstoffs ist der Umstand, daß derselbe gegen Lichtwirkung weniger empfindlich ist, als die anderen lichtempfindlichen Bestandtheile der Zelle . . . die Zerstörung des Protoplasma's und sogar der Tod erfolgt in den grünen Zellen früher, als die Zerstörung des Farbstoffs beendigt ist. (Dies gilt aber auch für nicht grüne Zellenfarbstoffe.) . . . Am entschiedensten ist die Differenz der Empfindlichkeit ausgesprochen zwischen dem Chlorophyllfarbstoff und seinem Träger, der Grundsubstanz mit ihren Einschlüssen. Es ist leicht nachweisbar, daß das Hypochlorin rascher und leichter zerstört wird, als der Chlorophyllfarbstoff. . . Die Wirkung auf den Farbstoff erscheint als das nebensächliche Phänomen, das Wesentliche sind die bei weitem kräftigeren Zerstörungen, welche die Grundsubstanz der Chlorophyllkörper und ihre Einschlüsse erleiden. Der Chlorophyllkörper stellt sich als eine mit grünem Schirm versehene, äußerst lichtempfindliche Platte dar, die in seinem Innern vom Licht angeregten Prozesse sind aber nicht blos Reductionen, sondern auch Oxydationen, und gerade für die letzteren, für die Condensation und Uebertragung des Sauerstoffs sind die Chlorophyllkörper vermöge ihres schwammförmigen Baues und ihres Gehalts an leicht verharzenden Substanzen, Oel und Hypochlorin, besonders günstig angepaßt. Dem grünen Farbstoff endlich fällt aber in den Oxydationsvorgängen des Inhalts keine andere nachweisbare Funktion zu, als die durch seine Farbe physikalisch gebotene. Sie besteht in der Verringerung der Lichtintensität und der dadurch hervorgerufenen Herabsetzung der Sauerstoffwirkung auf die Zelle. Dieser Schutz gegen Verbrennung, den der Farbstoff der Zelle im Lichte gewährt, reicht allerdings im concentrirten Sonnenlichte nicht mehr aus, denn bei so hohen Intensitäten wird ja sogar der Farbstoff selbst völlig zerstört. . . Unter normalen Bedingungen handelt es sich nicht um einen Schutz gegen eine imminente Lebensgefahr der Zelle, denn eine solche scheint bei den auf unserer Erde wirksamen Lichtintensitäten kaum irgendwo oder doch nur ausnahmsweise einzutreten, sondern nur um einen Schutz für die im Chlorophyllkörper entstehenden Assimilationsprodukte und um die Verhinderung ihrer zu raschen Verzehrung im Tageslichte. Nothwendig muß die Athmungsgröße der grünen Gewebe im Tageslichte mit steigender Helligkeit zunehmen, während die Beobachtungen offenbar darauf hinweisen, daß die Assimilation zwar im Lichte rasch ansteigt, aber schon bei mittleren Tageshelligkeiten nahezu ihr Maximum erreicht. Unter der Voraussetzung, daß die grünen Gewebe ohne Chlorophyllfarbstoff funktioniren würden, würde daher die Athmung bei allen Intensitäten des Tageslichts und namentlich bei größerer Tageshelligkeit die Assimilation bedeutend übertreffen. Das Auftreten des Farbstoffs ändert dies Verhältniß zu Gunsten der Kohlenstoffansammlung. . . Es kann kaum auffallen, daß in den bisherigen analytischen Versuchen über Athmung die Steigerung im Tageslichte nur wenig bemerkbar geworden ist . . ., es liegen aber einige Versuche vor, welche deutlich eine Vermehrung der Athmung im Lichte nachweisen.“

V. *Assimilation und Farbe.*

a. Die chemische Hypothese der Chlorophyllfunktion, d. h. die Hereinziehung der Substanz des Chlorophylls in den Prozeß der Kohlensäurezer-

legung, wodurch dasselbe im physiologischen Vorgang der Assimilation fortwährend zersetzt und wieder neu gebildet wird, so daß der Farbstoff als Muttersubstanz der Assimilationsprodukte erscheint. Durch die Versuche im intensivsten Lichte hält Verf. diese Hypothesen für widerlegt. Speziell hätten diese Versuche ergeben, daß die Zerstörung in der lebenden Zelle ein Oxydationsvorgang ist; daß die Zersetzung bei Gegenwart von Kohlensäure (aber Mangel an Sauerstoff) unterbleibt; daß die Zerstörung ein pathologischer Vorgang ist.

b. Ist die Farbe überhaupt eine nothwendige Bedingung für die Assimilation? Nach den Erörterungen des Verf. ist dies nicht der Fall, sondern die Beziehungen des Farbstoffs zur Assimilation sind nur indirekter Natur, bestehend in der Verminderung der Athmungsgröße. Hiedurch fördert der Farbstoff zwar nicht die Kohlensäurezersetzung, wohl aber die Ansammlung des Kohlenstoffs in der Pflanze.

c. Folgerungen, die sich aus der Theorie der Chlorophyllfunktion für die Deutung der Assimilationsversuche ergeben. 1) Das Optimum für Kohlensäurezersetzung im Lichte kann nicht einfach durch die Größe der Sauerstoffabgabe im Lichte festgestellt werden. Diese Größe bezeichnet nur das Verhältniß zwischen Athmung und Assimilation. 2) „Die relative Energie der Farben im Reductionsprozesse kann ebensowenig durch die bloße Bestimmung der Größe der Gasabgabe in verschiedenen Farben festgestellt werden; weil die Absorptionen des Chlorophyllfarbstoffs im Sinne meiner Schirmtheorie des Chlorophylls das Resultat verdunkeln." Jene, welche der Farbstoff stärker absorbirt (die stärker brechbaren), können schon deshalb weniger zur Wirkung kommen. „Das Maximum der Wirkung im Spektrum kann bei der Assimilation unmöglich für alle Pflanzen und alle Helligkeiten an derselben Stelle liegen. Es muß abhängig sein von der Tiefe der Färbung der Pflanze und von der Gesammtintensität der Bestrahlung in dem Versuche." 3) „Die Constanz des Gasvolumens, in welchem grüne Organe im Lichte unter Verwandlung der Kohlensäure in Sauerstoff vegetiren, ist die Grundlage einer beliebten Betrachtung gewesen, welche über die wahrscheinliche chemische Zusammensetzung der kohlenstoffhaltigen Substanz Auskunft geben sollte, die im Reductionsprozesse gebildet wird... Aus der ungefähren Uebereinstimmung der Volumina der aus- und eingeathmeten Luft zog man bisher den Schluß, daß der im Reductionsprozesse zurückgehaltene Kohlenstoff der Kohlensäure unter Abgabe sämmtlichen Sauerstoffs derselben sich mit Wasser zu einem Kohlehydrat verbinde... Giebt man aber die Athmung im Lichte, wie man doch muß, zu, so wird das Verhältniß unbedingt ein anderes, weil ja gleichzeitig Sauerstoff aufgenommen wird... Wenn daher bei gleichzeitig assimilirenden und athmenden Organen das Gasvolum der umgebenden Luft gleichbleibt, so muß dies nothwendig zu dem Schlusse führen, daß im Reductionsvorgang direkt eine Substanz gebildet wird, die ärmer an Sauerstoff ist, als die Kohlehydrate, und zwar um so viel ärmer, als der bei der Athmung gleichzeitig gebundene Sauerstoff beträgt.

VI. *Die Entstehung des Hypochlorins in der Keimpflanze und seine Beziehung zur Assimilation.*

„In den Chlorophyllkörpern entstehen verschiedenartige Substanzen, die als Einschlüsse in denselben abgelagert werden. Diese Substanzen sind Stärke, Fett,

wahrscheinlich Zucker, auch Gerbstoff, endlich Hypochlorin, eine ölartige, Sauerstoff begierig aufnehmende und verharzende Substanz. . . . Unmöglich können alle diese Bildungen als unmittelbare Reductionsprodukte der Kohlensäure gelten. . . . Unter allen diesen Körpern ist nur das Hypochlorin ein constantes und nothwendiges, allen Chlorophyllkörpern gemeinsames Produkt. Das Assimilationsprodukt des Kohlenstoffs muß sich aber doch nothwendig in den Chlorophyllkörpern aller Gewächse vorfinden. . . Vom physiologischen Standpunkte betrachtet, erscheinen die sichtbaren Produkte der Assimilation im Chlorophyllkörper — Hypochlorin, Fett, Stärke, Zucker, Gerbstoff — nur als in ihrem Sauerstoffgehalte verschiedene Abkömmlinge von Kohlensäure und Wasser. . . Das Reductionsprodukt, als deren Oxydationsderivate ich die verschiedenen Ablagerungen in den Chlorophyllkörpern betrachte, kann nur in jenen Tropfen gesucht werden, welche durch Salzsäure oder Wärme aus den Chlorophyllkörpern hervortreten. . . Als wesentlichen Bestandtheil dieser Tropfen habe ich das Hypochlorin nachgewiesen und zeigen können, daß es im Lichte äußerst begierig Sauerstoff aufnimmt und verschwindet. . . Zu den rein anatomischen Nachweisen tritt noch der strengere, experimentelle Beweis, daß die Bildung des Hypochlorins in den Keimpflanzen wirklich unter dem Einflusse des Lichts steht. Finsterkeimlinge der Angiospermen sind, ans Licht gebracht, nicht nur nicht grün, sondern sie besitzen auch niemals Hypochlorin. . . Aehnlich wie der Chlorophyllfarbstoff entsteht das Hypochlorin in den Keimlingen nur dann, wenn sie noch im entwickelungsfähigen Alter ans Licht gebracht werden, und ist in ihnen relativ zum Farbstoff erst spät nachweisbar, erst, nachdem sie bereits längere Zeit unter dem Einflusse des Lichts gestanden haben, und erst lange, nachdem sie ergrünt sind. Im Halbdunkel erzogene Pflänzchen zeigen keine Spur von Hypochlorin. . . In den Finsterkeimlingen der Gymnospermen entsteht das Hypochlorin ebenso wie der Chlorophyllfarbstoff auch ohne Licht. . . In den ersten Stadien der Keimung fehlt es noch. . . Der absolute Beweis, daß in dem Hypochlorin bereits das erste Assimilationsprodukt der Gewächse vorliegt, kann allerdings auf rein anatomischem Wege, den ich bei meinen Versuchen festgehalten habe, mit völliger Sicherheit kaum geführt werden. . . Die übereinstimmenden Entstehungsbedingungen (von Chlorophyll und Hypochlorin) sind sehr auffallend. . . . Dies legt die Annahme eines gemeinsamen oder doch eines zusammenhängenden Ursprungs in den Gymnospermenkeimlingen sehr nahe. Besteht nun ein solcher Zusammenhang und würde etwa der Chlorophyllfarbstoff aus dem Hypochlorin entstehen, so müßte derselbe gleichfalls zu den Assimilationsprodukten gerechnet werden. Dies Letztere ist keineswegs undenkbar. . . Im Sinne der Theorie der Chlorophyllfunktion, die ich hier aufgestellt habe, erscheint das Ergrünen der Gewächse als eine natürliche Anpassung für das Bedürfniß der Größe der Assimilation. Die Entstehung eines schützenden Farbstoffs aus dem Hypochlorin, dessen Ansammlung im Lichte die nützliche Wirkung der Assimilation ist, würde diesem Bedürfnisse der Pflanze in einfacher und naheliegender Weise entsprechen."

Anmerkung des Ref. 1. Zur Einwirkung von Säuren (und feuchter Wärme) auf Chlorophyllkörper. Wenn man die Detailangaben über die Einwirkung der Säuren überblickt, stoßen sehr erhebliche Bedenken auf über die Zulässigkeit der vom Verfasser hieraus gezogenen Schlüsse. Vor Allem erscheint der Hauptschluß, die durch Säureeinwirkung entstehenden Körper gingen aus

einer neben dem Chlorophyll in den Chlorophyllkörpern vorhandenen, besonderen Substanz, etwa dem Hypochlorin, hervor, nicht genügend gestützt. Die vom Verfasser verfolgte Reaction ist die nämliche, welche Ref. selbst früherhin (Pflanzenphysiol. Untersuchungen. IX. Zur Genesis der Pflanzenfarbstoffe. Flora 1875) mitgetheilt hat. Dortselbst heißt es: Chlorophylllösung, welche durch hinreichende Schwefelsäure blau gefärbt wurde, behält auf Alkalizusatz diese Färbung; anders aber, wenn durch nur wenig Säure die gelbe Färbung hervorgerufen wurde. Versetzt man diese gelbe Lösung mit Kalilauge, so wird sie sofort roth. Doch tritt auch die Färbung allmälig an der Luft ein, mit Alkalien allerdings viel rascher. Referent hat dort auch darauf hingewiesen, daß diese Umsetzung des Chlorophylls innerhalb der Zellen ziemlich häufig vorkommt, sobald das Protoplasma, in das es eingelagert ist, bei gleichzeitiger Gegenwart von Säure abstirbt oder in seiner Lebensenergie sinkt, was wieder mit mancherlei Modificationen verbunden sein kann. Referent hat aus diesem Verhalten den Schluß gezogen, daß dieser rothe Körper ein Derivat des Chlorophyllfarbstoffes selbst sei. Verfasser sucht der Möglichkeit dieser Abstammung des rothen Körpers in verschiedener Weise die Basis zu entziehen; allein die beigebrachten Umstände sind keineswegs entscheidend oder zwingend. Die sporadische Verbreitung des „Hypochlorins" oder richtiger das Ausbleiben der Reaction in einzelnen Zellen oder Chlorophyllkörnern derselben Zelle braucht nicht gegen die bezeichnete Herkunft des rothen Körpers zu sprechen; es könnte dies auch ebensogut mit dem mehr oder weniger raschen Eindringen der Säure, mit der Concentration, in der sie in die Chlorophyllkörper eindringend, zur Wirkung kommt, zusammenhängen. Daß die Menge, in der die Säuremolekeln in die Chlorophyllkörper eindringen, sehr wesentlich in Zusammenhang steht mit der Beschaffenheit (dem inneren Zustande) des Plasmas, geht aus älteren Beobachtungen des Referenten und *Wiesner*'s deutlich hervor. Je nach der Concentration der wirksamen Säure (nach der Zahl der gleichzeitig in das Plasma der Chlorophyllkörner eindringenden Säuremolekeln) ändert sich aber das Derivat, welches aus dem Chlorophyllfarbstoff hervorgeht, worüber die eingangs mitgetheilten Beobachtungen zu vergleichen sind. Wir müssen daher vorerst eine genaue Berücksichtigung und Untersuchung dieses Umstandes verlangen; so lange nicht das Gegentheil bewiesen ist, können wir uns sehr wohl vorstellen, daß das Ausbleiben der Reaction in einzelnen Zellen oder Chlorophyllkörpern mit das Eindringen der Säuremoleküle leichter zulassenden Verschiedenheiten der molekularen Structur der betreffenden Plasmen zusammenhängt. Daß Derartiges mitwirkt, geht auch aus den Beobachtungen des Verfassers über das Ausbleiben der Reaction in Zellen mit krankhaftem Zustande oder bei irgend welcher gewaltsamen Alteration hervor. Das Ausbleiben der Reaction in vorher erwärmten oder concentrirtem Sonnenlichte ausgesetzten Chlorophyllkörpern ließe sich sehr wohl auf eine durch diese Einflüsse hervorgerufene, für Säure permeabler machende Structur der Plasmen zurückführen. Eine Aenderung der molekularen Structur dieser empfindlichen Gebilde wird aber durch solche Einflüsse ganz entschieden hervorgerufen. Auch die Localisirung im Auftreten der Hypochlorinmassen, ihre Ausscheidung an gewissen Punkten, kann keinen maßgebenden Beweis liefern. Es hängt jedenfalls sehr von der molekularen Structur des Plasmas, von der Vertheilung der Cohäsion ab, ob die An-

sammlung da oder dort geschehen kann, ebenso auch von der Vertheilung des Chlorophyllfarbstoffs selbst. Wenn bei gewisser Behandlung in Spirogyrenbändern ölartige Tropfen auftreten, und zwar da, wo bei Säureeinwirkung das Hypochlorin auftritt, so kann diese Uebereinstimmung ebensogut daher rühren, daß beiderlei Ausscheidungen da eintreten, wo die Cohäsion des Plasmas am ersten überwunden werden kann. — Die beste Stütze könnte nach Ansicht des Referenten die Behauptung der Selbständigkeit eines Hypochlorins in dem Verhalten von Keimlingen finden, welche erst ergrünen, dann erst Hypochlorinreaction geben. Aber auch hier ist nicht bekannt, inwiefern dies mit der Quantität des Farbstoffs, mit einer geringeren Resistenz der noch jugendlichen oder noch nicht unter dem Einflusse des Lichts gestandenen Plasmen u. dergl. zusammenhängt. Es bleiben auch hier immer noch zu viele Möglichkeiten offen, die einer weiteren Verfolgung durch das Experiment bedürftig sind, ehe die vom Verfasser behauptete Selbständigkeit des Hypochlorins erwiesen ist. — 2. Zur Einwirkung concentrirten Sonnenlichts auf die Pflanzen. Das erste Bedenken, welches hier aufstößt, besteht darin, ob nicht bei Anwendung concentrirten Sonnenlichts, also einer Lichtintensität ungewöhnlichster Stärke, überhaupt Resultate erhalten werden, welche keine Schlüsse auf die normalen Verhältnisse zulassen, indem hiedurch einfach pathologische Veränderungen eingeleitet werden. Es werden wohl bis zum Lichttode alle möglichen Störungen der molekularen Structur des Plasmas eintreten. Daß z. B. einzelne durch das Sonnenbild getroffene Chlorophyllkörper selbst ganz entfärbt werden und die Fähigkeit verlieren, später wieder Chlorophyll zu erzeugen, deutet darauf hin, daß das zu Grunde liegende Plasma radicale Veränderungen seiner Structur und hiemit seiner Fähigkeiten erlitten hat. Aber daraus kann nicht geschlossen werden, daß gemäßigtes Licht in derselben Weise die Zellen beeinflussen müßte. Es ist aber auch nicht entschieden, in welchem Verhältnisse die in einer beleuchteten Zelle eintretenden Aenderungen des Plasmas und Chlorophyllfarbstoffs zu einander stehen. Daß der letztere durch einen Oxydationsproceß zerstört werde, ergiebt sich nicht ohne Weiteres aus seiner Erhaltung bei Sauerstoffmangel. Bei Sauerstoffmangel werden auch die Veränderungen und Umsetzungen der Plasmamolekeln anders sich gestalten, vielleicht nicht der Art sein, um auf die zwischen ihnen befindlichen Chlorophyllmolekeln entsprechend einwirken zu können. Die Conservirung des Chlorophylls bei Sauerstoffmangel könnte ebensogut secundär eine Folge der andersartigen Vorgänge im Plasma sein. Der Umstand, daß Chlorophyll in Lösung außerhalb der Zellen durch einen Oxydationsproceß zerstört wird, kann nicht hiegegen angezogen werden, weil es nicht angeht, alle Chlorophyllzersetzungen, auch jene unter dem Einflusse des Plasmas, in eine Kategorie zu stellen, vollends wenn die Bedingungen der Zersetzung durch solche Differenzen der Lichtintensität so ungleich wie möglich gemacht werden.. Gewiß hält Referent die Zerstörung von Chlorophyll bei concentrirtem Sonnenlicht mit dem Verfasser für eine pathologische Erscheinung. — Nach diesen Bemerkungen (welche Einzelheiten bei Seite lassen) bemißt sich auch die Sicherheit der vom Verfasser entwickelten Theorie der Assimilation und physiologischen Bedeutung des Chlorophyllfarbstoffs. *C. K.*

N. Pringsheim. **Zur Kritik der bisherigen Grundlagen der Assimilationstheorie der Pflanzen.** Berichte der K. Akad. der Wissenschaften zu Berlin vom 3. Februar 1881. 21 S.

Enthält die in vorausgehender Abhandlung sub IV, V, VI im Wesentlichen mitgetheilten Erörterungen. *C. K.*

C. Kraus. **Untersuchungen über den Säftedruck der Pflanzen.** Erste Abhandlung: Beobachtungen über Saftausscheidung an Querschnitten. 35 S. Flora 1881. Nr. 2, 4, 5, 6.

Die vorliegende Abhandlung ist die erste Mittheilung über ausgedehntere Untersuchungen, die sich mit dem pflanzlichen Säftedruck, seiner Entstehung und Wirkungsweise beschäftigen. Hierüber liegen (abgesehen vom Wurzeldrucke) nur spärliche Angaben vor, und es fehlt ganz an einer consequenten, einheitlichen Behandlung, deren Aufgabe es auch sein muß, die anatomischen Details zu den physiologischen Vorgängen in Beziehung zu setzen. Offenbar aber müssen diese inneren Druckkräfte bei allen Beziehungen des Pflanzenlebens berücksichtigt werden, mag es sich um Stoffwanderungen, Gestaltbildung oder etwas Anderes handeln. Nur so kann ein klarer Einblick in die wichtigsten physiologischen Erscheinungen, für welche zur Zeit nur mögliche oder unmögliche, schlecht gestützte Hypothesen vorliegen, gewonnen werden.

Die erste Abhandlung beschäftigt sich mit der Erscheinung des Saftaustritts an Querschnitten, wie sich derselbe sowohl sofort nach dem Schnitt, als späterhin, wenn die Pflanzenabschnitte längere Zeit in nassem Sand zubringen, äußert. Vor Allem sind es die Stengeltheile, welche zu den Versuchen benützt werden, weil gerade über ihr Verhalten und ihre Druckkrafterzeugung (ohne Mitwirkung der Wurzeln) am wenigsten bekannt ist. Die betreffenden Stengel waren 60 Arten von Gefäßpflanzen, den verschiedensten Gruppen des Systems angehörig, entnommen, um zunächst einen Ueberblick über die Allgemeinheit des Vorkommens der Saftauspressung zu erhalten. Soweit es sich um Holzpflanzen handelt, waren die Stengel nur im krautigen Zustande verwendet, da der Druckkraftproduction der holzigen Zweige eine spätere Mittheilung gewidmet sein wird.

a. Saftausscheidung auf frischen Querschnitten (gleich nach dem Schnitt). Dieselbe ist verschieden nach dem anatomischen Bau, nach dem Alter und den Entwickelungsbedingungen eines Pflanzentheils. Vor Allem zeichnen sich die Siebtheile der Gefäßbündel, eventuell die Cambiumschichten und der Jungzuwachs durch Ausgiebigkeit und Beständigkeit in der Saftausscheidung aus. Aber auch andere Elemente können Saft liefern, z. B. die Faserscheide von Asparagus, die noch jugendlichen oder überhaupt nicht zu Holzfasern im gewöhnlichen Sinne werdenden Elemente des Trachealtheils vieler Gefäßbündel, z. B. auf der Innenseite der Tracheen von Asparagus, aus dem noch zartwandigen Xylem von Brassica (bei Brassica-Rüben ebenso aus den englumigen Faserzellen in der Umgebung der Tracheengruppen). Oefter liefert auch Saft hypodermales Collenchym u. s. w. Es würde zu weit führen, auf nähere Details, wie sie z. B. bei ungewöhnlichem anatomischen Bau (Cochlearia, Beta u. s. w.) hervortreten, einzugehen, besonders da ohne Schilderung dieses Baues die Einzelheiten an sich nicht wohl verständlich wären. Jedenfalls geht aus den Beobachtungen hervor, daß in der unversehrten Pflanze eine hohe Saftspannung herrscht, welche sich bei Aufhebung des

Verbandes zunächst im sofortigen Entweichen vielen Safts äußert und zwar so, daß die Saftausscheidung für gewisse Gewebeformen oder einen gewissen Entwickelungszustand derselben besonders charakteristisch ist. Auch dieser Punkt ist vor Allem bei Beurtheilung der physiologischen Funktion dieser Gewebe oder eines bestimmten Alterszustands derselben ins Auge zu fassen. — Aus ausgebildeten Gefäßen tritt nie Saft, aus Parenchym nur, wenn es sehr saftreich ist.

b. Saftausscheidung an den Querschnitten in nassen Sand gesteckter Stengelabschnitte. Solche trat ein an den Stengeln sämmtlicher untersuchter 60 Spezies. Vor Allem ist es das Grundparenchym, welches Saft liefert, vornehmlich das Mark; niemals tritt Saft aus den ausgebildeten Tracheen; jene Gewebeformen, welche auf frischen Querschnitten reichlich Saft liefern, sind keineswegs in der Saftausscheidung bevorzugt, weil nothwendiger Weise an den Querschnitten sich mancherlei Veränderungen unter dem Einflusse der verschiedenen Wachsthumsfähigkeit der Gewebe, durch Mitwirkung der Spannungsdifferenzen der einzelnen Gewebsformen herstellen, welche den Saftaustritt gerade an den Stellen am ehesten hemmen, wo derselbe im frischen Zustande am leichtesten austritt, wo die in einem gegebenen Augenblicke herrschende Spannung am größten ist. Oefter aber dringt auch hier späterhin wieder Saft hervor, z. B. aus den Siebtheilen, dem zartwandigen Xylem. Immerhin aber müssen diese Verschiedenheiten sehr vorsichtig machen in den Schlüssen auf das Verhalten im unversehrten Zusammenhange der Pflanzentheile; sie müssen Bedenken erregen über die Gültigkeit solcher Sätze, welche ohne Berücksichtigung dieses Umstandes aus Beobachtungen an abgetrennten Pflanzentheilen gezogen wurden; sie machen auch eine Revision verschiedener anderer physiologischer Beobachtungen, z. B. der vielberufenen Periodizität im Saftausflusse unter Mitwirkung des Wurzeldrucks dringend nothwendig. Es ist auch in der That schon für die Kartoffelstengel nachgewiesen, daß die Stärke und Ausdauer des Saftaustritts aus bewurzelten Stengeln zu den Veränderungen der Schnittflächen in Beziehung steht, um so mehr, da nicht einmal unter dem Einflusse des Wurzeldrucks der Saft etwa blos aus den Gefäßen hervortritt, sondern auch Mark, Siebtheile und Cambiumring, vor Erlöschen der Saftausscheidung oft blos das Mark noch betheiligt ist. Hiernach wird man ermessen können, wie unsicher jene Schlüsse basirt sind, welche aus Beobachtungen über Saftdruck gezogen sind, die unter Aufsetzung von mit Flüssigkeit gefüllten Röhren auf die Stengelquerschnitte angestellt wurden. Sie können unmöglich einen richtigen Einblick in die thätigen Ursachen gewähren. Wie aus den Beobachtungen hervorgeht, werden die Erscheinungen der Saftausscheidung noch complizirter bei Mitwirkung der Wurzeln. Nunmehr tritt auch Saft aus dem fertigen Holz. Soweit die Beobachtungen an Wurzeln selbst mitgetheilt sind (spätere Mittheilungen werden hierüber Näheres bringen), betheiligen sich nicht allein die jüngsten Würzelchen, sondern auch die dicken älteren an der Saftauspressung. Begreiflich ändert sich hiemit die Theorie des Wurzeldrucks, abgesehen von anderen sehr wesentlichen Umständen, welche bis jetzt ganz unberücksichtigt geblieben sind. — Im Einzelnen zeigt sich große Mannigfaltigkeit in der Säfteausscheidung, worauf näher einzugehen zu weit führen würde. Erwähnt sei blos noch die außerordentlich starke und anhaltende Saftauspressung aus dem peripherischen Faserring der Blüthenschäfte von Plantago. — Bei Brassica napus

wurden auch Querschnitte von Blüthen und jungen Schoten untersucht: auch diese liefern oft viel Saft. — Im Allgemeinen geht aus den Beobachtungen hervor, daß auch Stengel (und dickere Wurzeln, soweit die Untersuchung hier reicht) zu ausgiebiger Druckerzeugung fähig sind. Es ist einleuchtend, daß dieser Umstand für die Stoffbewegung von größter Bedeutung sein muß.

c. Saftausscheidung an anderen Stellen. Hier ist zu erwähnen, daß die Stengel vieler Arten auch an der unversehrten Längsoberfläche und zwar oft sehr ausgiebig Saft ausschieden, z. B. von Brassica oleracea botrytis, ebenso andere Organe, z. B. Blattstiele von Cochlearia armoracia, die jungen Schoten von Brassica. Bei manchen Versuchsarten mit hohlen Stengeln wurde Saft auf der inneren Oberfläche, in der Umgebung der Markhöhle, abgeschieden, z. B. in großen Tropfen bei Pisum. Manche Stengel trieben Saft aus innerer und äußerer Längsoberfläche, während der Querschnitt trocken blieb. Noch deutlicher geht die Wirksamkeit eines Stengeldrucks daraus hervor, daß eine Erscheinung, die man bis jetzt ausschließlich dem Wurzeldrucke zuschrieb, nämlich die Saftausscheidung an (unversehrten) Blättern, ebenso an vielen Stengeln beobachtet wurde, welche junge Blätter trugen: die Schuppen von Asparagus, die Blattränder des Blumenkohls, die Blätter von Bunias, die Zähne von Equisetum u. s. w. trieben kräftige, wasserklare Safttropfen an unbewurzelten Stengelstücken. Endlich wurde auch Saftausscheidung aus Blüthenknospen mehrfach beobachtet, z. B. bei Brassica napus, wenn Gipfelstücke der Inflorescenzzweige in Sand gesteckt wurden. *C. K.*

***A. F. W. Schimper.* Untersuchungen über die Entstehung der Stärkekörner.** Botan. Zeitung. Jahrgang XXXVIII (1880). Nr. 52. Mit einer Tafel.

1. *Die Entstehung der Stärkekörner in den Chlorophyllkörnern.* Dieselbe geschieht nach den älteren Untersuchungen von *Nägeli* und *Sachs* in der Weise, daß in den Chlorophyllkörnern an beliebigen Stellen Stärkekörnchen auftreten, eines oder mehrere, welche heranwachsen, wo sie zu mehreren vorhanden sind, unter gegenseitiger Abplattung, während das Chlorophyllkorn zuerst ebenfalls an Größe zunimmt, später aber ganz oder bis auf spärliche Ueberreste verschwindet. — Nach Verfasser gilt dies aber allgemein nur für das Chlorophyll des Blattmesophylls, dann für die grünen Stengeltheile mancher Pflanzen; in den Stengeln der meisten Pflanzen dagegen entstehen die Stärkekörner nicht an beliebigen Punkten des Chlorophyllkorns, sondern ausschließlich dicht unter der Oberfläche desselben. Hiebei wird die dünne, die Stärkekörner überziehende Chlorophyllkornschichte früh durchbrochen, dieselben ragen frei hervor, wenn sie nicht gleich von Anfang an ganz oberflächlich liegen. In kugeligen oder nicht abgeplatteten Chlorophyllkörnern können die Stärkekörner an allen Punkten der Peripherie auftreten, in scheibenförmigen dagegen nur in der Aequatorialzone. Mit dem Auftreten steht auch der Bau der Chlorophyllkörner in Zusammenhang: solche, welche im Innern der Chlorophyllkörner auftreten und von deren Substanz umgeben bleiben, erhalten einen centrischen Bau, wenn sie nicht überhaupt sehr klein bleiben oder gar keine Differenzirung erkennen lassen; solche, welche im peripherischen Theil auftreten, werden meist beträchtlich größer und excentrisch gebaut, indem sie an der Seite am stärksten wachsen, welche dem Chlorophyllkorn anliegt. Es läßt dies auf ungleiche Ernährung als

Ursache des excentrischen Baues schließen. Kommen die Stärkekörner mit anderen Chlorophyllkörnern in Berührung, so entstehen an den Contactstellen buckelige Erhebungen.

2. ***Die Entstehung der Stärkekörner in chlorophyllfreien stärkeführenden Pflanzentheilen.*** Sie geschieht hier nicht in beliebigen Theilen des Plasmas, sondern in besonderen, eigenthümlich lichtbrechenden kugeligen oder spindelförmigen Körperchen aus eiweißartiger Substanz und von großer Unbeständigkeit. Sie sind bereits vor den Stärkekörnern vorhanden, dieselben entstehen wie bei Chlorophyllkörnern entweder an beliebigen Stellen oder blos im peripherischen Theile desselben. Ersterenfalls resultiren vieltheilige zusammengesetzte Körner, ohne deutlichen oder mit centrischem Bau der Theilkörner, letzterenfalls aber excentrische Körner, mit derselben Lagerung der stärker wachsenden Seite, wie oben für die Chlorophyllkörner angegeben wurde. Ganz wie dort werden diese Gebilde mit Entstehung der Stärkekörner zunächst größer, später aber verschwinden sie. Verfasser bezeichnet sie als Organe der Stärkebildung in nicht assimilirenden Zellen, als Stärkebildner. — Nun folgt die Beschreibung und Entwickelungsgeschichte der Stärkebildner bei verschiedenen Pflanzen: sie sind kugelig oder spindelförmig oder anfangs kugelig, später gestreckt; sie entstehen entweder aus dem den Zellkern zunächst umhüllenden oder auch im übrigen Plasma. — Verfasser nimmt für die Stärkebildner bestimmte nahe Beziehungen zu den Chlorophyllkörnern in Anspruch und hält sie auf Grund ihrer stofflichen Eigenschaften und Entstehung, sowie ihrer Fähigkeit, in den meisten Fällen am Lichte zu Chlorophyllkörnern zu werden, für übereinstimmend mit den sog. Leukophyll- oder Etiolinkörnern, namentlich der tieferen Zellen etiolirter Stengel. Die Umwandlung tritt sowohl bei Organen ein, welche im normalen Entwickelungsverlauf erst später ans Licht kommen, z. B. Rhizomsprossen, als bei Organen, welche für gewöhnlich ganz im Dunkeln bleiben, z. B. in den Kartoffelknollen. Bei der Umwandlung vergrößern sich die Stärkebildner, die Stärke löst sich auf, das Pigment entsteht. Es giebt aber auch Stärkebildner, welche nicht zu Chlorophyllkörnern werden können, auch wenn sie ihre ganze Entwickelung am Lichte durchmachen. — „Aus dem Bisherigen ergiebt sich eine so vollständige Uebereinstimmung der Stärkebildner mit Leukophyllkörnern, oder auch mit den farblosen jugendlichen Stadien der Chlorophyllkörner, daß es sich fragt, ob dieselben nicht identisch sind. Der einzige Unterschied besteht darin, daß erstere Stärkekörner aus assimilirten Stoffen zu erzeugen vermögen, während die letzteren jeder Stärkebildung unfähig sein sollen." Nach Verfasser ist dies aber nicht richtig, sondern es besteht auch in diesem Punkte Uebereinstimmung, indem die in den Stengeln und Blattstielen etiolirter Pflanzen auftretende Stärke von den Leukophyllkörnern erzeugt wird, in den untersuchten Fällen in den peripherischen Theilen, wobei ebenfalls die den Leukophyllkörnern aufsitzende Seite stärker wuchs. — Verfasser ventilirt auch die Frage, ob die Leukophyllkörner beim Uebergang in Chlorophyllkörner die Fähigkeit zur Stärkebildung aus zugeführten assimilirten Substanzen verlieren. Aus Versuchen wird geschlossen, daß die Chlorophyllkörner des Stammparenchyms und der Gefäßbündelscheiden der Blätter die Funktion von Chlorophyllkörnern, wie sie bis jetzt aufgefaßt worden sind, mit denjenigen von Stärkebildnern vereinigen. Diese Annahme wird auch dadurch unterstützt, daß das

Blattmesophyll die Hauptstätte des Assimilationsprocesses ist, während die Gefäßbündelscheiden der Blätter, das Parenchym der Blattstiele und das Stammparenchym Leitgewebe, letzteres zum Theil auch Reservestoffbehälter der assimilirten Stoffe sind.“ *C. K.*

***F. Darwin.* Die Richtung der Blätter zum einfallenden Lichte.** Nach einem in der „Nature“ enthaltenen Berichte durch „Naturforscher“. 1881, Nr. 7, pag. 63—65. .

Experimente und Erklärungsversuche zu der bekannten Erscheinung, daß sich die Blätter senkrecht zum einfallenden Lichte stellen. *Frank* hatte hiefür den Transversalheliotropismus in Anspruch genommen, d. h. die Fähigkeit oder Tendenz, sich senkrecht zum einfallenden Lichte zu stellen, während *Sachs* und *de Vries* in der Erscheinung eine Combinationswirkung von Heliotropismus, Geotropismus und Epinastie, einen Gleichgewichtszustand dieser verschiedenen Kräfte sehen. — Es wurden Pflanzen mit horizontal ausgebreiteten Blättern so an einer horizontalen rotirenden Spindel befestigt, daß ihre Längsaxe der Rotationsaxe parallel stund, wodurch der Einfluß der Schwerkraft ausgeschlossen werden sollte; das Licht fiel parallel zur Rotationsaxe ein. Die Blätter von Ficaria ranunculoïdes, welche sehr stark epinastisch sind, richten sich unter den Versuchsbedingungen nicht etwa vom Lichte weg, sondern sie bewegen sich vorwärts, bis sie nahezu rechte Winkel mit dem Lichte bilden. Hatten sie sich bei vorgängigem Aufenthalte im Dunkeln stark erhoben, so krümmten sie sich rückwärts, vom Lichte weg, bis sie wieder rechtwinkelig standen. Kirschpflanzen dagegen vermögen die rechtwinkelige Stellung zum Lichte nicht zu erreichen, wenn die Gravitation nicht mitwirkt: sie krümmen sich rückwärts und werden dem Stengel parallel; die zum Lichte rechtwinkelige Stellung ist das Product der Gegenwirkung von Epinastie und negativem Geotropismus. „Aber da diese Kräfte offenbar nicht die Fähigkeit erzeugen können, welche die Kirsche besitzt, die Stellung ihrer Blätter zu verändern in Uebereinstimmung mit der Richtung des Lichts, so müssen wir annehmen, daß irgend eine Art von Heliotropismus noch in Wirkung tritt. Die Anschauung, welcher die vorliegende Untersuchung die größte Wahrscheinlichkeit verleiht, ist die, daß der Diaheliotropismus (Transversalheliotropismus) der wichtige wirksame Factor ist. Bei der Feigwurz haben wir gesehen, daß die Empfindlichkeit gegen das Licht stark genug ist, um die Stellung der Blätter zu bestimmen, wenn auch das natürliche Gleichgewicht gestört ist durch Aufhebung des Apogeotropismus. Es erscheint wahrscheinlich, daß ein wesentlich ähnlicher Sachverhalt gültig ist für die Kirsche. Wenn die Pflanze normal wächst, ist es der Epinastie und dem Apogeotropismus überlassen, ein annäherndes Gleichgewicht zu erzeugen, während das schließliche Resultat durch den Reiz des Lichts bestimmt wird. Wenn aber das Gleichgewicht gestört ist, indem man die Pflanze auf den Klinostaten setzt, ist der Lichtreiz nicht stark genug, um einen Gleichgewichtszustand hervorzubringen.“

***A. Pauchon.* Einfluß der Farbe der Samen auf die Keimung.** Ann. d. sc. nat. Botanique. Sér. 6. T. X. p. 197 und „Der Naturforscher“ 1881. Nr. 15. S. 148.

Im Verfolg seiner Untersuchungen über die Rolle, welche das Licht beim Keimen spielt, die zum Theil hier bereits besprochen sind (vgl. Ntf. XIII, 494)

hat *A. Pauchon* den Einfluß der verschiedenen Färbung der Samen unter sonst ganz gleichen Bedingungen auf das Keimen, und speziell auf den Athmungsproceß untersucht. Er gelangte durch Experimente mit bunten Bohnen zu folgenden Schlüssen:

Das Hervorbrechen der Würzelchen erfolgte bei den weißen Bohnen fast immer zeitiger als bei den violett-schwarzen. Da nun bei den verschiedenfarbigen Samen sowohl die Dicke der Hüllen als die Imbibitionsfähigkeit verschieden sein konnten, und diese Differenzen einen eventuellen Einfluß der Farbe verdecken müßten, wurden die Samen mehrere Stunden lang in Wasser getaucht bis zum vollständigen Aufblähen, und in einzelnen Fällen wurde, um das Keimen noch mehr zu beschleunigen, das Spermoderma an der Hilusseite längs des großen Durchmessers eingeschnitten. Die Resultate aber wurden hiedurch nicht beeinflußt, und die sichtbare Entwickelung scheint somit etwas schneller bei den weißen und gelben Samen, als bei den schwarzen und violetten zu erfolgen.

Was die Absorption des Sauerstoffes betrifft, so hat sich der Einfluß der Färbung in einer Weise gezeigt, die mit den theoretischen Annahmen übereinstimmt. Es wurde nämlich angenommen, daß diejenigen Samen, deren Farben das Licht stärker absorbiren, wegen des experimentell nachgewiesenen Einflusses des Lichts auf die Sauerstoffabsorption auch mehr Sauerstoff aufnehmen würden; und in der That waren die Mengen absorbirten Sauerstoffs viel beträchtlicher bei den violettschwarzen Samen, wie bei den weißen, obwohl die letzteren schneller gekeimt sind.

Obwohl die verschiedene Sauerstoffabsorption durch Samen verschiedener Färbung sehr wahrscheinlich durch Umstände beeinflußt wird, die man noch nicht kennt, so folgt doch aus den Versuchen der allgemeine Satz, daß, um dieselbe sichtbare Entwickelungsstufe zu erreichen (Zerplatzen der Haut oder Hervortreten des Würzelchens) ein schwarzer oder violetter Samen mehr Sauerstoff absorbirt, als ein weißer oder gelber Samen, obwohl man bei den letzteren eine größere Geschwindigkeit der Keimentwickelung beobachtet. Hier sei noch nebenbei daran erinnert, daß die Mengen der von den Samen beim Keimen absorbirten Sauerstoffmengen mit der Temperatur wächst. Es zeigte sich nämlich im Laufe der ganzen Untersuchung, daß ein und derselbe Samen eine fortschreitend größere Sauerstoffmenge beim Keimen absorbirte, in dem Maße, als mit fortschreitender Jahreszeit die Temperatur stieg; genauere Messungen dieses Factors sind jedoch noch nicht ausgeführt.

Die Messungen der von den verschiedenen farbigen Samen exhalirten Kohlensäuremengen ergaben, daß diese stets viel bedeutender waren bei den weißen Samen, wie bei den violettschwarzen; in einem Falle stieg dieser Ueberschuß bis auf das Doppelte. Das Verhältniß $\frac{CO^2}{O}$ oder der sogenannte Athmungscoëfficient war somit bei den verschieden farbigen Samen sehr verschieden. Bei den violettschwarzen Samen variirte er zwischen 0,311 und 0,565; bei den weißen Samen zwischen 0,644 und 0,914; dies Verhältniß nähert sich somit der Einheit bei den weißen Samen und übersteigt nicht $^1/_2$ bei den gefärbten. „Diese beträchtlichen Unterschiede scheinen zu beweisen, daß die schwarzen oder violetten Samen besser ausgestattet sind vom physiologischen Gesichtspunkte aus, als die weißen Samen,

da sie unter denselben Bedingungen mehr Sauerstoff absorbiren und weniger Kohlensäure aushauchen, als die letzteren. Im Naturzustande, d. h. wenn die Samen am Lichte keimen, muß die Umwandlung des Legumin in Asparagin viel leichter erfolgen in den farbigen Samen, als in den anderen. Die häufigere und ausgesprochenere Pigmentirung der Samen der Nordländer oder hohen Lagen ist daher eine günstige Bedingung für die Entwickelung dieser Organismen unter den eigenthümlichen Beleuchtungsbedingungen, unter denen sie aufzugehen bestimmt sind." Man müßte es aus den Ergebnissen der Versuche *Pauchon*'s sogar als Postulat a priori hinstellen, daß die Samen, die im Naturzustande einfach auf den Boden geworfen werden und dort meist unter dem Einfluß direkten oder diffusen Lichts zur Keimung kommen, in den kalten Ländern vorzugsweise stark Licht absorbirende Farben, schwarz oder dunkelviolett, besitzen müßten, während sie in wärmeren Ländern gar keine oder nur schwache Färbung brauchten. Ob wirklich die Farben der Samen geographisch derart vertheilt sind, darüber liegen noch keine Erfahrungen vor; es wäre aber interessant, dies zu untersuchen.

***J. W. Moll.* Wirkung des Frostes auf immergrüne Pflanzen.** Archives Néerlandaises des sciences exactes et naturelles. T. XIV. p. 345 und „Der Naturforscher" 1881. Nr. 9. S. 85 u. 86.

Wenn die Pflanzengewebe von Frost befallen werden, so entsteht bekanntlich das Eis nicht im Innern der Zellen, sondern in der Regel an der Oberfläche der Organe oder in den Intercellularräumen, wo sich sogar große Massen von Eis ansammeln können, die das umgebende Gewebe zurückdrängen (vgl. die Untersuchungen von *Müller-Thurgau* Ntf. XIII, 121). Wenn die Eiskrystalle die Intercellularräume grüngefärbter Theile einnehmen, beobachtet man gewöhnlich eine Aenderung der Farbe; anstatt der normalen Färbung von mehr oder weniger graulichem Grün sind diese Theile dann viel dunkler grün gefärbt, weil die zwischen den grünen Zellen befindliche Luft durch Eis ersetzt ist; diese Theile sind ferner durchsichtiger, als sie in der Regel sind.

An erfrorenen Blättern sind diese Aenderungen leicht zu beobachten, namentlich an ihrer unteren Seite, wo die Intercellularräume sehr zahlreich sind. Die Blätter sehen dann so aus, als wären sie mit Wasser injicirt worden, als wäre ihnen Wasser von außen zugeführt worden; hingegen haben beim Erfrieren die Zellen das Wasser geliefert, welches Anfangs einen integrirenden Bestandtheil derselben ausgemacht hat und nun die Eiskrystalle der Intercellularräume bildet. Es handelt sich also hier nicht um eine Injection, sondern um eine Erscheinung, die man als Infiltration bezeichnen kann. Wenn die infiltrirten Theile aufthauen und wenn sie noch leben, so tritt die Flüssigkeit aus den Intercellularräumen in die Zelle zurück und gleichzeitig erscheint die normale Farbe wieder.

Außer dieser Infiltration beobachtet man noch bei verschiedenen Pflanzen im Zustande des Erfrorenseins, daß sie die Blätter hängen lassen, als wären sie welk. Beim Aufthauen nehmen sie wieder ihre normale Stellung ein. Bei einigen wenigen Pflanzen hatte man beobachtet, daß diese beiden Symptome des Erfrorenseins der Blätter sehr schnell verschwinden, und dies führte auf die Vermuthung, daß beide Erscheinungen Folgen ganz besonderer Organisationseigenthümlichkeiten sind. Aber es mußte die Möglichkeit offen gehalten werden, daß sie einfache Consequenzen allgemeiner, aber noch wenig bekannter Gesetze sind, welche das

Erfrieren und Aufthauen der Pflanzengewebe beherrschen, was nur durch eine ausgedehntere systematische Untersuchung festzustellen war. Auf diesen Punkt war eine Untersuchung des Verf. gerichtet, die er im letztverflossenen Winter in Utrecht anzustellen Gelegenheit hatte, und deren Resultate er in den Archives Néerlandaises des sciences exactes et naturelles veröffentlicht hat.

Wiederholt hatte er bemerkt, daß es genügt, für einen Moment mit dem Finger die infiltrirten Blätter immergrüner Pflanzen zu berühren, um sofort an der berührten Stelle die dunkelgrüne Farbe der unteren Seite verschwinden und durch die normale Farbe ersetzt zu sehen, während die nicht berührten Theile infiltrirt blieben. Diese Beobachtung veranlaßte einige Versuche darüber, ob die Infiltration immer mit so auffallender Schnelligkeit beim Aufthauen gefrorener Blätter eintrete. Es wurden daher infiltrirte Blätter verschiedener Pflanzen abgepflückt und ohne Verzug nach einem ungeheizten Zimmer gebracht, dessen Temperatur über Null lag. Mit der Uhr in der Hand wurde dann die Zeit erwartet, in welcher die dunkelgrüne Farbe durch die normale ganz ersetzt war. In vielen Fällen erfolgte dies fast momentan, andere Male war hierzu etwas mehr Zeit erforderlich, aber immer genügten wenige Minuten, damit jede Spur von Infiltration verschwunden war, ohne daß die Blätter jemals von der Schnelligkeit des Aufthauens zu leiden hatten. Diese Erscheinung erwies sich ferner als allgemein.

Eine weitere Frage war, ob bei diesem Aufthauen, wenn die Infiltration plötzlich verschwindet, in den Intercellularräumen eine Luftverdünnung eintrete, indem die Flüssigkeit wieder in die Zellen eintritt. Die Bejahung dieser Frage würde beweisen, daß die Blätter beim Erfrieren eine Volumsverminderung erfahren, bedingt durch den Umstand, daß hierbei die Zellen einen Theil ihres Saftes in die Intercellularräume austreten lassen und dort die Luft verdrängen. Um dies zu entscheiden, ließ *Moll* die gefrorenen Blätter unter Wasser aufthauen und fand in der That, daß die Blätter nach dem Aufthauen mehr oder weniger stark injicirt waren, also Wasser aufgenommen hatten und in Folge dessen mehr oder weniger dunkel gefärbt waren. Er schloß daraus, daß die gefrorenen Blätter beim Aufthauen eine Luftverdünnung in den Intercellularräumen erfahren und daß somit das Erfrieren von einer Abnahme des Volumens der Blätter begleitet ist.

Das bei vielen Pflanzen sichtbare Hängen der erfrorenen Blätter bildete den Gegenstand einer besonderen Versuchsreihe, in der es darauf ankam, genaue Messungen der Richtung der Blätter während des Aufthauens anzustellen. Mit einem sehr einfachen Apparate, der das Fixiren der Blätter am Stiele und die Richtung der Blattspitze zu messen gestattete, überzeugte sich *Moll*, daß die immergrünen Blätter immer ihre Richtung beim Gefrieren ändern, selbst in den Fällen, wo diese Aenderung ohne besondere Vorsichtsmaßregeln nicht sichtbar ist. Die Zeit, welche die Blätter beim Aufthauen brauchten, um ihre höchste Stellung einzunehmen, schwankte bei den verschiedenen Pflanzen zwischen 7 und 30 Minuten, im Mittel war sie gleich 18 Minuten.

In Betreff der Schnelligkeit der Bewegung der Blätter ergaben die Versuche, daß dieselbe Anfangs steigt, dann ein Maximum erreicht und schließlich abnimmt. Die Zunahme der Geschwindigkeit der Bewegung dauert jedoch nur kurze Zeit, während die Abnahme viel langsamer vor sich geht; das Maximum liegt somit

nicht in der Mitte, sondern mehr gegen den Anfang hin und dauert nur eine sehr kurze Zeit.

Endlich suchte *Moll* noch festzustellen, ob die Aenderung der Richtung der Blätter blos davon herrühre, daß die Blätter schlaffer geworden, oder ob andere Factoren hierbei eine Rolle spielen. Im ersten Fall müßten Blätter, die man in umgekehrter Stellung erfrieren läßt, gleichfalls nach unten sinken, und beim Aufthauen müßten sie sich auch aufrichten, aber dabei eine Bewegung ausführen, die unter normalen Verhältnissen ein Senken derselben wäre. Der Versuch ergab, daß die Schlaffheit der Blätter, deren Zellen beim Erfrieren Wasser abgegeben haben, in der That, wenn nicht die einzige, so doch die hauptsächlichste Ursache von dem Herniederhängen der gefrorenen Blätter ist.

F. Hoppe-Seyler. **Ueber das Chlorophyll der Pflanzen.** Dritte Abhandlung. Zeitschrift für physiologische Chemie. 1881. Band V. Heft 1. S. 75—78.

E. Stahl. **Ueber den Einfluß der Lichtintensität auf Struktur und Anordnung des Assimilationsparenchyms.** Bot. Ztg. 1880. Nr. 50. S. 868—874.

III. Agrar-Meteorologie.

Welche Art der Thermometeraufstellung entspricht den Temperaturverhältnissen jener Luft am meisten, von welcher die Vegetation umspült wird?

Von Professor **Theodor Langer** in Mödling.

Die Pflanze deckt ihr Wärmebedürfniß auf mehrfache Weise, sie absorbirt zunächst direkt die Wärmestrahlen der Sonne und nimmt unmittelbar durch ihre Wurzelmasse Wärme aus dem Boden auf, die an den aufsteigenden Saft abgegeben und durch ihn nach den höher gelegenen Theilen der Pflanze geführt wird. Sie gewinnt aber auch Wärme vom Erdboden durch Rückstrahlung und aus der sie umspülenden Luft. Schließlich erzeugt der lebende Organismus selbst durch die in den Zellen vor sich gehenden Oxydationsprocesse beim Stoffwechsel Wärme.

Es erscheint bei der hohen Bedeutung der Wärme als Betriebskraft für die zahlreichen Functionen der Pflanze höchst wünschenswerth, einerseits einen Ausdruck für die während der Vegetationszeit disponible Wärmemenge zu finden, andererseits ein Urtheil zu gewinnen über das thatsächlich von der Pflanze aufgenommene und verbrauchte Wärmequantum. Im ersteren Falle handelt es sich um eine genaue Messung der Leistung der einzelnen Wärmequellen, im letzteren um die Kenntniß der spezifischen Wärme der Pflanzensubstanz, um die Ermittelung der Temperaturen im Inneren der Pflanze und noch um manches andere. Wir stehen noch weit ab von dem hier angedeuteten Ziele und müssen uns vorderhand nothgedrungen darauf beschränken, die Temperaturverhältnisse im Boden und in jenen Luftschichten zu verfolgen, welche die Pflanzen umspülen, um damit wenigstens einigermaßen ein Urtheil über die Gunst oder Ungunst der wärmespendenden Umstände gewinnen zu können, und dabei handelt es sich in erster Linie um eine möglichst zweckentsprechende Aufstellung des Thermometers.

Man beobachtet Lufttemperaturen schon seit geraumer Zeit und ist sich dessen wohl bewußt, daß bei der Wahl des Aufstellungsortes sehr rigoros vorgegangen werden muß, daß vor allem keine wärmereflectirenden Wände von Gebäuden dem Instrumente gegenüber stehen dürfen. Das frei exponirte Thermometer muß aber vor den direkten Sonnenstrahlen und vor Regen geschützt werden, und der Ort für die Aufstellung desselben ist es nicht allein, sondern auch die Art der Exposition, durch welche brauchbare oder unbrauchbare Zahlenwerthe für die Lufttemperatur erhalten werden können. Man pflegt häufig das Thermometer in einem mit verschiebbarer Vorderwand versehenen Blechhäuschen an der Nordseite des Hauses in ziemlich willkürlichen Abständen vom Boden aufzustellen, man bewerkstelliget aber auch die Aufstellung in einer im Garten freistehenden Hütte; man kann schließlich, wie dies kürzlich Hofrath Ritter *Lorenz von Liburnau* vorgeschlagen hat, an regenfreien Tagen das Thermometer einfach an einen Pfahl im Freien aufhängen und durch entsprechende Beschirmung die direkten Wärmestrahlen der Sonne abhalten. An regnerischen Tagen hätte die Ablesung an Thermometern unter schützendem Dach, aber nicht in geschlossenem Raume zu geschehen.

Es ist von vornherein zu erwarten, daß drei gut verglichene Thermometer, jedes in anderer Weise exponirt, an demselben Orte von einander abweichende Angaben liefern werden. Wie groß fallen diese Abweichungen aus? Sind sie eventuell zu vernachlässigen? Wenn nicht, welche von den drei genannten Aufstellungsarten des Thermometers ist vom Standpunkte der Agrar-Meteorologie aus als die beste zu bezeichnen, und gibt über die thatsächlichen Verhältnisse der Temperatur der die Pflanzen umspülenden Luft den sichersten Aufschluß?

Diese Fragen wurden im Vorjahre vom Hofrath *von Lorenz-Liburnau* aufgeworfen und ich wurde mit der experimentellen Lösung derselben betraut. Von der Anschauung ausgehend, daß die Luft, welche die Vegetation umgibt, doch unter anderen Erwärmungsverhältnissen steht, als die Luft innerhalb einer hölzernen Hütte oder gar an der Nordseite eines Hauses, sah *v. Lorenz*, in der von ihm vorgeschlagenen, den Standverhältnissen der Pflanzen mehr angepaßten Aufhängungsweise des Thermometers an einem freistehenden Pfahl einen Vorzug, und construirte dazu einen besonderen Schirm aus Kautschuck zum Schutze gegen die direkten

Wärmestrahlen der Sonne. Er ging dabei von der Absicht aus, das Thermometer nicht stärker zu beschirmen, als es durchaus nöthig ist, um die direkte Besonnung der Kugel und der Röhre zu verhindern, da man vorausgesetztermaßen nicht die Temperatur des erhitzten Glases, sondern jene der die Kugel umgebenden Luft erfahren will; dieser letzteren müßte also nach *v. Lorenz* Ansicht das Thermometer möglichst frei ausgesetzt werden, nicht aber direkt der Sonne. In der Figur 1, Tafel III, ist die Art dieser Beschirmung abgebildet. Der längere Schirm *a*, welcher rückwärts eine Metallspange *b* als Gegengewicht trägt, wird von unten herauf nach dem oberen Ende des Thermometers *T* geschoben und dort durch den federnden Ring *c* festgehalten, ebenso der dreieckige Schirm *d* knapp ober dem kugeligen Gefäße des Thermometers. Beide Schirme lassen sich leicht dem Tagebogen der Sonne nachdrehen. In Fig. 1 ist auch das zweite, den Sonnenstrahlen unmittelbar zugängliche Thermometer *T'* abgebildet; außer diesen beiden Instrumenten wurden zum Vergleiche noch zwei Thermometer exponirt, und zwar eines in der Hütte im Garten, das andere an einem Pfahle an der Nordseite eines ganz freistehenden Hauses. Diese vier Thermometer waren räumlich wenig von einander getrennt und in gleicher Höhe vom Boden (1 Meter) aufgehängt. Die Bodenfläche war mit grauem Kies, aus Dolomit und Kalkstein bestehend, theilweise belegter Gartengrund. Um das Schlenkern der Thermometer im Winde zu verhindern, wurden Streben *ss* aus weißlackirtem, dickem Pappendeckel zum Feshalten angebracht.

Vorerst handelte es sich darum, die Unterschiede in den gleichzeitigen Angaben dieser vier verschieden exponirten Instrumente während der Vegetationszeit in ihrer Größe ziffermäßig festzustellen, erst dann sollte zum direkten Vergleich derselben mit Thermometern geschritten werden, welche inmitten eines Getreidefeldes, einer Wiese, eines Kleefeldes u. s. w. aufgestellt sind. Ich bemerke, daß dieser Vergleich noch nicht durchgeführt wurde, und ich im nachfolgenden vorerst nur über die Abweichungen der Thermometerangaben von einander bei viererlei Aufstellungsarten Mittheilungen machen kann, die an sich schon viel des Interessanten bieten.

Die Reihe vergleichender Beobachtungen wurde am 1. April 1880 begonnen und am 31. August desselben Jahres beendigt. Die simultanen Ablesungen, welche der Beobachter der meteorologischen Station zu Möd-

ling, Herr *Franz Fritsch*, vornahm, geschahen von zwei zu zwei Stunden, und zwar im April und Mai von 6 U. früh bis 6 U. Abends, in den Monaten Juni, Juli und August wurden außerdem an klaren Tagen um 4 U. früh und um 8 U. Abends die Thermometerstände notirt. Wenige Minuten vor der Ablesung geschah die Aufzeichnung des jeweiligen Grades der Bewölkung. *v. Lorenz* legte ein Hauptgewicht auf die Bewölkung innerhalb eines Umkreises von 10 Bogengraden um die Sonne, und die folgenden Werthe der Bewölkung, von 0 bis 10 reichend, sind durchwegs nur in diesem Sinne aufzufassen. Weiter von der Sonne abstehende Wolken wurden nicht mehr in Berücksichtigung gezogen. Es ließ sich von vornherein erwarten, daß die Unterschiede in den Thermometerständen desto größer ausfallen werden, je kräftiger die Insolation erfolgen konnte, aus den späteren Erörterungen und den beigegebenen Diagrammen tritt der innige Zusammenhang zwischen den Abweichungsgrößen und den Bewölkungsgraden sehr klar und anschaulich hervor. An regnerischen Tagen unterließ man die Thermometervergleichung ganz.

Bevor ich auf die Besprechung der erhaltenen Zahlenresultate eingehe, muß ich eines sehr wesentlichen Momentes Erwähnung thun, nämlich der Größendimensionen der hölzernen Hütte im Garten, in welcher das mit in den Vergleich einbezogene Stationsthermometer aufgestellt ist. Je kleiner die Hütte, desto mehr macht sich der störende Einfluß des Holzes bemerkbar. Fig. 2, Taf. III läßt die Form und Größe der Hütte ersehen. Sie besteht aus vier starken Pfosten, welche von einem quadratischen Balkenviereck gekrönt sind, auf welchem ein leichtes, im stumpfen Winkel zusammenstoßendes Dach, nach West und Ost abfallend, und nach Norden und Süden etwas vorspringend, aufsitzt. Die dreieckigen Ausschnitte zwischen Dach und Balkenviereck sind nicht etwa mit Brettern verschlossen, sondern es ist der Luft der freie Durchzug gestattet; zur größeren Vorsicht ist unter dem Dache eine Blechplatte gespannt, welche jede Ueberhitzung der Luft in der Hütte verhüten soll. In einem Höhenabstande von 0,97 m vom Boden beginnt die Verkleidung der Pfosten mit jalousienartigen Doppelwänden, deren Latten gegeneinandergestellt, den heftigen Anprall des Windes gegen die Instrumente abzuhalten haben. Diese letzteren stehen auf einem separaten, in den Innenraum der Hütte hinaufragenden Postamente aus vier starken Holzpfosten, damit die Bewegungen der Hütte bei starkem Winde, und an

solchem fehlt es hier wahrlich nicht, nicht auf die Instrumente übergehen. Zwischen diesen und dem Erdboden kann die Wärmestrahlung ganz ungehindert stattfinden. Das Verhältniß der Holzmasse zu dem Innenraum der Hütte (1,31 cbm) ist gerade kein sehr günstiges, es wäre vortheilhafter, wenn die Hütte größere Dimensionen besitzen würde.

a) Vergleichung der Temperaturen an dem von der Sonne beschienenen Thermometer und an dem beschirmten Thermometer.

Tabelle I.

Monat.	Zahl der Tage.	Bewölkung im Mittel.	Abweichung der beiden Temp.-Mittel.	Abweichung in den einzelnen Tagesmitteln: größte.	kleinste.	Maxim. Abweichung bei den zweistündlichen Ablesungen: Datum.	Zeit.	Bewölkung.	im pos. Sinne.	im negat. Sinne.	Wetter.	Das Thermometer an der Sonne steht niedriger als unter Schirm: um 4 Uhr früh.	um 6 Uhr früh.	um 6 Uhr Ab.	um 8 Uhr Ab.	Das Temp.-Maximum fällt auf die Stunde: an der Sonne 12 Uhr.	2 Uhr.	4 Uhr.	unter Schirm 12 Uhr.	2 Uhr.	4 Uhr.	Anmerkung.
			°C	°C	°C				°C	°C		mal	mal	mal	mal	mal	mal	mal	mal	mal	mal	
April	24	7,5	—	+0,8	0,0	16.	8 U. früh	0	2,0		heller Morgen	—	13	19	—	6	13	5	4	14	6	Die Abweichung der beiden Temp.-Mittel im April konnte wegen einer Störung durch Eindringen von Regenwasser in das besonnte Thermometer nicht berechnet werden.
						20.	6 U. früh	1		0,9	heller Morgen											
Mai	19	4,9	+0,45	+1,0	0,0	12.	6 U. früh	0	1,9		heller Morgen	—	1	18	—	6	9	4	6	9	4	
						26.	6 U. Ab.	0		0,4	klarer Abend											
Juni	15	4,7	+0,47	+0,9	0,1	1.	6 U. früh	0	3,4		heller Morgen	7 [1]	2	12	7 [4]	4	9	2	5	8	2	
						12.	6 U. Ab.	10		0,6	plötzl. Trübung											
Juli	25	2,5	+0,51	+1,0	0,0	7.	6 U. früh	0	2,1		heller Morgen	10 [2]	3	25	10 [5]	5	10	10	5	15	5	
						18.	8 U. Ab.	3		1,6	klarer Abend											
August	18	3,2	+0,62	+1,4	0,0	28.	2 U. Nachm.	3	2,4		heller Nachm.	8 [3]	5	13	7 [6]	1	13	4	1	13	4	
						29.	6 U. Ab.	3		1,0	klarer Abend											
	101	4,5	+0,51	+1,0	0,0			0	2,3			25	24	87	24	22	54	25	21	59	21	
								3		0,9												

1) unter 8 Fällen bei einer durchschnittlichen Bewölkung von 4 und einer Maximal-Abweichung von −0,3 °C.
2) „ 10 „ „ „ „ „ „ 3 „ „ „ „ −0,7 „
3) „ 8 „ „ „ „ „ „ 4 „ „ „ „ −0,6 „
4) „ 7 „ „ „ „ „ „ 6 „ „ „ „ −0,5 „
5) „ 10 „ „ „ „ „ „ 4 „ „ „ „ −1,6 „
6) „ 8 „ „ „ „ „ „ 3 „ „ „ „ −0,7 „

Die Tabelle I läßt ersehen, daß im Ganzen 101 regenfreie Tage während der fünfmonatlichen Beobachtungszeit ausgenutzt werden konnten. Die Monate Mai, Juni und August boten am wenigsten Versuchstage, im Ganzen nur 52, dagegen waren April und Juli der Unternehmung recht günstig, insbesondere der Juli mit einem überaus niedrigen Bewölkungsmittel von 2,5.

Die mittlere Temperatur stellt sich für alle Monate für das besonnte Thermometer naturgemäß höher heraus als wie für das beschirmte, die Abweichung des Monatsmittels erreicht + 0,62° C im Maximum im Monate August, und in den Tagesmitteln weichen beide Thermometer im höchsten Falle um + 1,4° C zu Gunsten des besonnten Thermometers von einander ab. Die Abweichungen sind im Vergleiche mit den später mitzutheilenden Unterschieden, die sich zwischen dem beschirmten Instrumente und dem an der Nordseite des Hauses ergaben, nicht groß zu nennen; auch in den Einzel-Ablesungen von zwei zu zwei Stunden zeigten sich keine sehr erheblichen Differenzen, im Maximum + 3,4° C (gegenüber + 7,6° C zwischen beschirmten Thermometer und Thermometer in der Hütte und + 7,0° C zwischen ersterem Instrumente und jenem an der Nordseite des Hauses). Diese größten Abweichungen im positiven und negativen Sinne kamen bei klarem Firmamente zu Stande, die positiven Abweichungen um 6 U. früh, dagegen steht das Quecksilber im besonnten Thermometer in den Abendstunden niedriger als im beschirmten, weil begreiflicherweise Insolation einerseits und Wärmeausstrahlung andererseits sich an dem nicht beschirmten Instrumente mehr fühlbar machen müssen. Die wärmebewahrende Wirkung des Schirmes macht sich aber im Hochsommer auch unmittelbar nach Sonnenaufgang bemerkbar, weil der Schirm die Wärmeausstrahlung des Thermometers theilweise hindert. Dies geht aus nachfolgenden Zahlen hervor. Das besonnte Thermometer steht niedriger als das beschirmte in Procenten der beobachteten Fälle:

	4 U. früh.	6 U. früh.	6 U. Ab.	8 U. Ab.
April	— Proc.	54 Proc.	79 Proc.	— Proc.
Mai	—	5 „	95 „	—
Juni	88 „	13 „	80 „	100 „
Juli	100 „	12 „	100 „	100 „
August	100 „	28 „	72 „	96 „
Mittel:	96	22	85	99.

Der Eintritt des Temperaturmaximum erfolgt an dem besonnten Thermometer nahezu gleichzeitig mit dem beschirmten.

b) Vergleichung der Temperaturen an dem beschirmten Thermometer und an dem Thermometer in der Hütte.

Tabelle II.

Monat.	Zahl der Tage.	Bewölkung im Mittel.	Abweichung der beiden Temp.-Mittel.	Abweichung in den einzelnen Tagesmitteln: größte.	kleinste.	Maximal-Abweichungen bei den zweistündlichen Ablesungen: Datum.	Zeit.	Bewölkung.	im pos. Sinne.	im negat. Sinne.	Wetter.	Das Thermometer unter Schirm steht niedriger als das in der Hütte: um 4 Uhr früh.	um 6 Uhr früh.	um 6 Uhr Ab.	um 8 Uhr Ab.	Das Max. der Temperatur fällt auf die Stunde: unter dem Schirm 12 Uhr.	2 Uhr.	4 Uhr.	in der Hütte 12 Uhr.	2 Uhr.	4 Uhr.
			°C	°C	°C				°C	°C		mal	mal	mal	mal	mal	mal	mal	mal	mal	mal
April	24	7,5	+0,7	+1,2	+0,2	7.	12 U.	2	2,8		klarer Tag	—	10	16	—	4	14	6	3	11	10
						22.	4 U. Nm.	10		1,3	plötzl. Trübung										
Mai	19	4,9	+0,9	+1,4	+0,3	18.	10 U.	4	2,7		Beginn des Tages trüb	—	2	7	—	6	9	4	3	10	6
						21.	6 U. früh	0		2,7	klarer Morgen										
Juni	15	4,7	+1,0	+1,4	+0,4	17.	12 U.	3	7,6		Beginn trüb, dann plötzl. Aufhellung	6 [1]	3	10	6 [4]	5	8	2	2	5	8
						24.	4 U. früh	0		1,2	klarer Morgen										
Juli	25	2,5	+1,0	+1,9	+0,1	9.	6 U. früh	0	5,9		klarer Morgen	9 [2]	2	15	5 [5]	5	15	5	1	10	14
						3.	6 U. Ab.	3		5,2	heißer Nachmittag										
August	18	3,2	+0,7	+1,9	+0,0	28.	8 U. Ab.	8	2,9		Trübung	11 [3]	5	12	10 [6]	1	13	4	0	12	6
						5.	8 U. Ab.	5		1,3	plötzl. Aufhellung										
	101	4,5	+0,86	+1,6	+0,2			3 4	4,4	2,3		26	22	60	21	21	59	21	9	48	44.

[1]) unter 8 Fällen bei einer durchschnittlichen Bewölkung von 3 und einer Maximal-Abweichung von −1,2 °C.
[2]) " 10 " " " " " " 3 " " " " −1,1 "
[3]) " 11 " " " " " " 4 " " " " −1,4 "
[4]) " 8 " " " " " " 2 " " " " −0,7 "
[5]) " 10 " " " " " " 4 " " " " −4,8 "
[6]) " 10 " " " " " " 4 " " " " −1,3 "

Die mittleren Temperaturen unter Schirm sind in allen fünf Monaten höher als in der Hütte, die Abweichung in den Monatsmitteln erreicht 1,0° C im Maximum, und die Abweichung in den Tagesmitteln beträgt 1,9° C im höchsten Falle. Diese Werthe sind viel erheblicher als im vorhergehenden Vergleiche. Auch in den Einzelablesungen stellen sich größere Unterschiede in den Temperaturen zwischen dem beschirmten Thermometer und dem in der Hütte heraus und zwar 7,6° C zu Gunsten des ersteren und 5,2° C zu Gunsten des letzteren Instrumentes.

Ist das Firmament früh Morgens klar, so wird bei ergiebiger Insolation und hoher Bodentemperatur wie im Juli schon bald nach Sonnenaufgang das beschirmte Thermometer dem in der Hütte in der Temperatur voraus sein müssen (9. Juli), wegen der Abhaltung der Wärmestrahlen durch das massive Holz der Hütte, wogegen im Mai (21), wo die Morgensonne noch nicht so wärmt und der Boden kälter ist, in der Frühe das Thermometer in der Hütte einen höheren Stand hat, weil die Wärmeaustrahlung des darunter befindlichen Erdbodens durch die Hütte vermindert wird und namentlich bei ruhiger Atmosphäre die Luft in derselben nicht so tief abkühlen kann.

Bei plötzlich eintretender Aufhellung des Firmamentes macht sich die Wirkung der Hütte je nach der Tageszeit verschieden fühlbar, Mittags und Nachmittags wird das beschirmte Thermometer in seinem Stande dem in der Hütte vorauseilen müssen (17. Juni), weil die Sonnenstrahlen rascher auf ersteres einwirken können, in den Abendstunden tritt das Gegentheil ein (5. Aug.), denn durch die plötzliche Aufhellung wächst die Wärmeausstrahlung des Bodens und in höherem Maße unter dem beschirmten Thermometer.

Plötzlich eintretende Trübung bewirkt zu jeder Tageszeit eine empfindlichere Temperaturdepression für das beschirmte Thermometer (22. April). Ueberhaupt folgt also das beschirmte Thermometer stets rascher den Aenderungen der Lufttemperatur als jenes in der Hütte.

Besonders beachtenswerth ist die große negative Abweichung des beschirmten Instrumentes von dem in der Hütte am 3. Juli 6 U. Abends. Sie erklärt sich in der langsamen Wärmeabgabe des Holzes der Hütte in den Nachmittags- und Abendstunden, die an diesem heißen Tage eben sehr bedeutend werden konnte.

Die wärmende Wirkung der Hütte in den allerfrühesten Stunden und in Stunden von 4—8 U. Abends geht aus den Zahlen der Tabelle II hervor, welche angeben, wie oft das beschirmte Thermometer niedriger stand als das in der Hütte.

	Auf Procente der beobachteten Fälle umgerechnet:			
	4 U. früh.	6 U. früh.	6 U. Ab.	8 U. Ab.
April	—	41	66	—
Mai	—	11	37	—
Juni	75	20	66	75
Juli	90	8	60	50
August	100	28	66	100
Mittel	88	22	59	75

In der 8. Abendstunde fängt die Hütte durch theilweise Verhinderung der Wärmeausstrahlung zu wärmen an, dagegen ersieht man die wärmeabhaltende Wirkung der Hütte in der 6. Morgenstunde (9. Juli).

c) Vergleichung der Temperaturen an dem beschirmten Thermometer und an dem Thermometer an der Nordseite des Hauses.

Tabelle III.

Monat.	Zahl der Tage	Bewölkung im Mittel.	Abweichung der beiden Temp.-Mittel.	Abweichung in den einzelnen Tagesmitteln: größte.	Abweichung in den einzelnen Tagesmitteln: kleinste.	Maximal-Abweichungen bei den zweistündlichen Ablesungen: Datum.	Zeit.	Bewölkung.	im pos. Sinne.	im negat. Sinne.	Wetter.	Das Thermometer unter Schirm steht niedriger als das an der Nordseite: um 4 Uhr früh.	um 6 Uhr früh.	um 6 Uhr Ab.	um 8 Uhr Ab	Das Max. der Temperatur fällt auf die Stunde, unter dem Schirm: 12 Uhr.	2 Uhr.	4 Uhr.	an der Nordseite: 12 Uhr	2 Uhr.	4 Uhr.
			°C	°C	°C				°C	°C		mal	mal	mal	mal	mal	mal	mal	mal	mal	mal
April	24	7,5	+0,56	+1,4	0,0	1.	12 U.	2	3,4		klarer Tag	—	15	6	--	4	14	6	2	13	9
						6.	4 U. N.	10		1,0	trüber Tag										
Mai	19	4,9	+0,75	+2,3	0,0	26.	4 U. N.	2	3.4		klarer Tag	—	6	6	—	6	9	4	4	11	4
						3.	2 U.	10		1,1	trüber Tag										
Juni	15	4,7	+0,90	+2,1	0,0	17.	12 U.	3	7,0		plötzl. Aufhellung	6 [1]	6	4	3 [4]	5	8	2	2	10	3
						2.	8 U. früh	10		1,2	trüber Morgen										
Juli	25	2,5	+1,50	+2,9	—0,2	2.	6 U. Ab.	3	5,7		von 4 U. Nachm. ab hell	5 [2]	7	1	1 [5]	5	15	5	1	14	10
						3.	6 U. Ab.	3		4,7	plötzl. Trübung am heißen [Nachm.										
August	18	3,2	+1,08	+3,2	+0,1	28.	4 U. N.	8	5,8		klarer Tag	8 [3]	11	3	3 [6]	1	13	14	0	11	7
						20.	4 U. früh	4		1,1	ziemlich klarer Morgen										
	101	4,5	+0,96	+2,4	0,0			3	5,1			19	45	20	7	21	59	21	9	58	33
								7		1,8											

[1]) unter 8 Fällen bei einer durchschnittlichen Bewölkung von 3 und einer Maximal-Abweichung von —0,5 °C.
[2]) „ 10 „ „ „ „ „ „ 3 „ „ „ „ —0,7 „
[3]) „ 10 „ „ „ „ „ „ 6 „ „ „ „ —1,1 „
[4]) „ 8 „ „ „ „ „ „ 9 „ „ „ „ —1,2 „
[5]) „ 10 „ „ „ „ „ „ 4 „ „ „ „ —3,8 „
[6]) „ 10 „ „ „ „ „ „ 3 „ „ „ „ —0,3 „

Die mittleren Temperaturen unter Schirm sind in allen fünf Monaten höher als an der Nordseite des Hauses, die Abweichung in den Monatsmitteln erreicht 1,5° C im Maximum und die Abweichung in den Tagesmitteln erlangt hier den höchsten Werth von 3,2° C im Maximum und + 2,4° C im Mittel. Die Temperaturen bleiben eben an der Nordseite des Hauses am weitesten hinter dem beschirmten Thermometer zurück. Dies zeigt sich auch in den Mitteln + 5,1° C und — 1,8° C der Maximal-Abweichungen bei den zweistündlichen Ablesungen, insbesondere werden die Unterschiede in den wärmeren Monaten groß (28. August).

An hellen Tagen und vom Mittage ab bilden sich die größten Differenzen aus, an trüben Tagen werden sie kleiner und bei ganz bedecktem Himmel nehmen die Unterschiede negative Werthe an, d. h. das Thermometer an der Nordseite des Hauses steht um weniges höher als das beschirmte. Auf Procente der beobachteten Fälle umgerechnet steht das beschirmte Thermometer niedriger als das an der Nordseite des Hauses:

	4 U. früh.	6 U. früh.	6 U. Ab.	8 U. Ab.
April	—	62	25	—
Mai	—	32	32	—
Juni	75	40	27	37
Juli	50	28	4	10
August	80	61	17	30
Mittel:	68	45	21	29.

Somit ergibt sich, daß in den frühen Morgenstunden das beschirmte Thermometer entschieden häufiger niedriger steht, als das an der Nordseite des Hauses, dagegen bleibt die Temperatur an letztgenannter Stelle in den Nachmittagsstunden und Abends hinter der Temperatur des beschirmten Thermometers zurück. Die Lage an der Nordseite ist eben gegen Wärmeausstrahlung, aber auch gegen Insolation, durch das Gebäude einigermaßen geschützt.

d) Vergleichung der Temperaturen an dem Thermometer in der Hütte und an dem Thermometer an der Nordseite des Hauses.

Tabelle IV.

Monat.	Zahl der Tage.	Bewölkung im Mittel.	Abweichung der beiden Temp.-Mittel.	Maximal-Abweichungen in den einzelnen Tagesmitteln: größte.	kleinste.	Maximal-Abweichungen bei den zweistündl. Ablesungen: Datum.	Zeit.	Bewölkung.	im pos. Sinne.	im neg. Sinne.	Wetter.	Das Thermometer in der Hütte steht niedriger als das an der Nordseite: um 4 U. früh.	um 6 Uhr.	um 8 Uhr.	um 10 Uhr.	um 12 Uhr.	um 2 Uhr.	um 4 Uhr.	um 6 Uhr.	um 8 U. Ab.	Zahl d. niedrigeren Tagesmittel.	Das Max. der Temp. fällt auf die Stunde, in der Hütte: 12 Uhr.	2 Uhr.	4 Uhr.	an der Nordseite: 12 Uhr.	2 Uhr.	4 Uhr.
			°C	°C	°C				°C	°C		mal	mal	mal	mal	mal	mal	mal	mal	mal		mal	mal	mal	mal	mal	mal
April	24	7,5	−0,13	+0,6	−0,6	17.	4 U. N.	5	1,7		klarer Tag	—	19	18	12	11	17	14	19	—	13	3	11	10	2	13	9
						2.	12 U.	10		1,9	trüber Tag																
Mai	19	4,9	−0,14	+1,1	−1,0	21.	6 U. fr.	0	4,2		klarer Morgen	—	13	14	12	13	15	10	11	—	12	3	10	6	4	11	4
						11.	4 U. N.	10		3,3	trüber Tag																
Juni	15	4,7	−0,11	+0,7	−0,8	23.	6 U. Ab.	0	1,6		klarer Abend	4 [1]	11	11	10	7	11	7	3	1 [4]	10	2	5	8	2	10	8
						21.	10 U.	10		2,6	trüber Tag																
Juli	25	2,5	+0,47	+1,2	−0,3	2.	6 U. Ab.	3	6,0		klarer Abend	0 [2]	17	6	10	7	7	4	2	2 [5]	6	1	10	14	1	14	10
						16.	6 U. fr.	1		2,9	klarer Morgen																
August	18	3,2	+0,35	+1,3	−0,4	26.	4 U. Ab.	0	3,2		klarer Nachm.	1 [3]	13	9	9	5	7	7	3	0 [6]	7	0	12	6	0	11	7
						1.	4 U. Ab.	7		2,2	trüber Nachm.																
	101	4,5	+0,09	+1,0	−0,6			1	3,3			5	73	58	53	43	57	42	28	3	48	9	48	44	9	58	33
								8		2,6																	

[1]) unter 8 Fällen bei einer durchschnittlichen Bewölkung von 6 und einer Maximal-Abweichung von −0,3 °C.
[2]) " 10 " " " " " " 3 " " " " —
[3]) " 10 " " " " " " 4 " " " " −0,5 "
[4]) " 8 " " " " " " 10 " " " " −1,4 "
[5]) " 10 " " " " " " 4,5 " " " " −0,3 "
[6]) " 8 " " " " " " 4 " " " " —

Die mittlere Temperatur in der Hütte bleibt in den ersten drei Monaten hinter der Temperatur an der Nordseite des Hauses zurück, erst im Juli und August kommen bei verringerter Bewölkung und kräftiger gewordenen Insolation höhere Tagesmittel der Temperatur in der Hütte zu Stande. Die Abweichung in den Tagesmitteln erreicht + 1,3° C im Maximum an einem hellen Tage im Monate August und — 1,0° C im ungünstigsten Falle

an einem ganz trüben Maitage. Die Zahl der Tage mit niedrigem Temperatursmittel in der Hütte ist im April, Mai und Juni eine sehr beträchtliche, unter 58 Beobachtungstagen entfallen 35 mit niedrigerem Tagesmittel, wogegen im Juli und August unter 43 Versuchstagen nur 13 unter dem Mittel der Nordseite blieben.

In den Ablesungen von zwei zu zwei Stunden kommen keine so großen Differenzen wie bei den beiden vorhergehenden Vergleichen zu Stande, nämlich nur + 6 ° C zu Gunsten der Hütte und — 2,9 ° C zu Gunsten der Nordseite. An hellen Tagen kann sich die Luft in der Hütte höher erwärmen als an der beschatteten Hausseite, dagegen wirkt die Hütte an trüben Tagen erkältend auf das in ihr befindliche Thermometer, desgleichen in der sechsten Morgenstunde (16. Juli). In den Abendstunden übt die Hütte den schon erwähnten wärmenden Einfluß aus, einmal durch die langsame Wärmeabgabe aus dem Holze und durch die theilweise Verhinderung der Wärmeausstrahlung (2. Juli).

Das Thermometer in der Hütte steht niedriger als das an der Nordseite des Hauses in Procenten der beobachteten Fälle:

	4 U. früh.	6 U.	8 U.	10 U.	12 .U	2 U.	4 U.	6 U.	8 U. Ab.
April	—	79	75	50	46	71	58	37	—
Mai	—	68	74	63	68	79	53	58	—
Juni	50	73	73	66	47	73	66	20	12
Juli	0	68	24	40	28	28	16	8	20
August	10	72	50	50	28	39	39	17	0
Mittel:	20	72	59	54	43	58	46	28	11.

Diese Zahlen bestätigen das vorhin Gesagte, insbesondere die erkältende Wirkung der Hütte früh und die wärmespendende Wirkung derselben in den Abendstunden. Auffallend ist die Zunahme der Thermometerstände an der Nordseite des Hauses um 2 U., was seinen Grund darin haben dürfte, daß das Thermometer, welches wegen Besonnung der Nordseite des Gebäudes am Vor- und Nachmittag umgehängt werden mußte, und zwar früh an die Westseite und gegen 2 U. an die Ostseite des Hauses, gerade zur letzteren Zeit von der angewärmten Hauswand Wärme durch Rückstrahlung aufnehmen konnte.

Hinsichtlich des Eintrittes des Maximums der Temperatur läßt sich der genaue Zeitpunkt nicht angeben, in den vorhergehenden Tabellen

wurde nur bemerkt, zu welcher Ablesungsstunde, ob um 12 U., 2 U. oder 4 U., die höchsten Temperaturen an den vier Instrumenten gefunden worden sind.

Unter 100 Fällen wurde die höchste Temperatur constatirt:

Unter Schirm um:			In der Hütte um:			An d. Osts. d. Hauses um:		
12 U.	2 U.	4 U.	12 U.	2 U.	4 U.	12 U.	2 U.	4 U.
21mal	59mal	21mal	9mal	48mal	44mal	9mal	58mal	33mal.

Die höchsten Thermometerstände wurden am häufigsten um 2 U. gefunden, am beschirmten Thermometer aber auch 21mal schon um 12 U.; in der Hütte verspätet sich der Eintritt des Temperaturmaximums namentlich im Juli wegen der wärmeaufspeichernden Wirkung des Holzes.

Schlußbemerkungen.

Die Resultate der Thermometervergleichung bei viererlei Art der Exposition mögen schließlich in nachfolgenden Punkten in Kürze zusammengefaßt und durch beigegebene Diagramme (Tafel IV) illustrirt werden.

1. Die Temperaturunterschiede stehen in innigem Zusammenhange mit den Bewölkungsgraden (vgl. 17. Juni und 3. Juli), bei ungestörter Insolation fallen sie ungleich größer aus als bei trübem Firmamente (vgl. 9. und 31. Juli).
2. Das Thermometer, welches den Sonnenstrahlen ungehindert zugänglich aufgehängt wurde, ist den anderen Dreien, insbesondere dem an der Nordseite des Hauses, in seinen Temperaturen im Tages- und Monatsmittel voraus. In den ersten Morgenstunden und Abends steht es niedriger als das beschirmte Thermometer (siehe 17. Juni, 3., 10. und 31. Juli).
3. Das beschirmte Thermometer bleibt in den Monats- und Tagesmitteln der Temperatur am wenigsten weit hinter dem besonnten Instrumente zurück, die Unterschiede erreichen 0,6° C im Monats- und 1,4° C im Tagesmittel im höchsten Falle. Der Schirm bewirkt in der Frühe wegen theilweiser Verhinderung der Wärmeausstrahlung eine geringere Erkaltung, dann aber verringert er die Erwärmung, weil er die Sonnenstrahlen abhält; in den Abendstunden endlich, wo die Wärmeausstrahlung wieder in den Vordergrund tritt, zeigt das beschirmte

Thermometer höhere Stände als das nicht beschirmte (siehe 17. Juni, 3., 10. und 31. Juli).

4. Das Thermometer in der Hütte bleibt hinter dem beschirmten Thermometer in allen fünf Monaten zurück, die negativen Abweichungen erreichen im Maximum 1° C im Monatsmittel und 1,9° C im Tagesmittel. Die Hütte wirkt in ähnlicher Weise auf das Thermometer ein wie der Schirm, nur ungleich ausgiebiger und zwar in den allerersten Morgenstunden (4 U.) wärmebewahrend (siehe 17. Juni, 3., 10. und 31. Juli), dann erkältend, insbesondere um 6 U. früh (siehe 9., 3., 10. Juli und 28. August), in den Abendstunden neuerdings wärmend, jedoch nicht allein wegen der theilweise Verhinderung der Wärmeaustrahlung im Innern der Hütte, sondern hauptsächlich wegen der Wärmeabgabe des Holzes an das Thermometer (siehe 3. und 9. Juli). Durch die Verwendung von Kautschuckleinwand kann der letztgenannte störende Einfluß beseitigt werden, eventuell durch eine sehr geräumige hölzerne Hütte.

5. Das Thermometer an der Nordseite des Hauses bleibt noch weiter hinter dem beschirmten Thermometer zurück als das in der Hütte, die negativen Abweichungen erreichen im Maximum 1,5° C im Monatsmittel und 3,2° C im Tagesmittel. In den wärmsten Monaten und in den Nachmittagsstunden werden die Unterschiede am auffälligsten (siehe 28. August). An trüben Tagen und in den Morgenstunden steht das Thermometer an der Nordseite des Hauses höher als das beschirmte (siehe 31. Juli).

6. Die Temperatursunterschiede zwischen dem Thermometer in der Hütte und an der Nordseite des Hauses sind nicht groß, die Monatsmittel der Temperatur fallen für April, Mai und Juni in der Hütte um 0,13° C im Mittel niedriger als an der Nordseite aus (siehe die Tagesmittel vom 17. Juni), dafür im Juli und August um 0,41° C höher (siehe 3. Juli und 28. August). In den Tagesmitteln kommen Unterschiede von + 1,3° C und — 1,0° C im Maximum zu Stande.

7. Bei allen vier Expositionsarten fällt das Temperaturmaximum auf die Ablesungsstunden um 2 U. Nachmittags am häufigsten, in der Hütte kommen nicht selten, insbesondere in den wärmsten Monaten die höchsten Temperaturen erst um 4 U. zu Stande wegen der wärmeaufspeichernden Wirkung des Holzes (siehe 3. Juli).

Es ist selbstverständlich, daß die für Mödling erhaltenen Zahlenwerthe keiner Verallgemeinerung fähig sind, und an anderen Standorten in Folge abweichender klimatologischer Verhältnisse sich andere Unterschiede in den Einzelablesungen, Tages- und Monatsmitteln der Temperatur ergeben müssen. Je wärmer das Klima, desto größer die Differenzen.

So viel ist durch den hier durchgeführten Versuch sicher gestellt, daß bei Vegetationsversuchen im Freien, wo ja jederzeit Temperaturbestimmungen gemacht werden müssen, die Art der Thermometeraufstellung nicht als Nebensache betrachtet werden darf. Die Aussetzung eines ganz unbeschirmten Thermometers, welches in seinen Angaben mit ein Element enthält, das man gar nicht messen will, nämlich die Wirkung der Sonnenstrahlen auf die zum Thermometer verwendete Glassorte, kann selbstverständlich ebensowenig entsprechen, wie das Aufhängen an der Nordseite eines Hauses, wobei man nur die Temperaturverhältnisse eines nordseitigen («schattenseitigen») Standortes mit 90° C Neigung erfährt. Welche der beiden anderen Expositionsarten, ob die mit Beschirmung nach *v. Lorenz-Liburnau* oder die in einer geräumigen Hütte den Zwecken der Agrar-Meteorologie mehr entspricht, müssen weitere Versuche inmitten der Vegetation selbst lehren.

Bericht
über die Verhandlungen und Ergebnisse der internationalen Conferenz für land- und forstwirthschaftliche Meteorologie,
abgehalten in Wien in den Tagen vom 6.—9. September 1880.

(Aus den Sitzungsprotokollen zusammengestellt und mit Bemerkungen versehen.
Von Prof. Dr. *E. Wollny* in München.)

Der zweite internationale Meteorologen-Congreß in Rom, welcher im Frühjahr 1879 tagte, beauftragte sein internationales Comité, dafür Sorge zu tragen, daß längstens bis zum nächsten Frühjahr eine internationale Spezial-Conferenz zusammenberufen werde, um über die Entwickelung der land- und forstwirthschaftlichen Meteorologie zu verhandeln.

Unter dem 8. December 1879 wendeten sich der Präsident des internationalen Comités, Herr *H. Wild* (Petersburg) und der Secretair des genannten Comités, Herr *R. Scott* (London) an Herrn Dr. *Lorenz von Liburnau* in Wien mit dem Ersuchen, die Abhaltung des agrarmeteorologischen Congresses an letzterem Orte veranlassen zu wollen. Daß man gerade Wien wählte, ist hauptsächlich dem Umstande beizumessen, daß in neuester Zeit ganz besonders in Oesterreich der land- und forstwirthschaftlichen Meteorologie eine eingehendere Aufmerksamkeit und Behandlung gewidmet worden ist, sowie daß sich Herr Dr. *Lorenz von Liburnau* um die Begründung und Entwickelung dieses Wissenszweiges ein ganz hervorragendes Verdienst erworben hat.

Mit Genehmigung Sr. Excellenz des k. k. österreichischen Ackerbauministers, Grafen von *Falkenhayn*, wurden weiterhin die Vorbereitungen zu der Conferenz getroffen, und von Herrn Dr. *Lorenz von Liburnau* im Einverständniß mit dem Büreau des internationalen Comités das weiter unten angegebene Programm vereinbart. Um die Verhandlungen vorzubereiten, wurden von Seiten mehrerer Fachmänner Exposés verfaßt, auf welche in den folgenden Mittheilungen Rücksicht genommen ist. Unmittelbar vor dem Zusammentritt der Conferenz wurde noch von Herrn Dr. *Lorenz* eine kleine Ausstellung solcher Objecte veranstaltet, aus denen die in Oesterreich entfaltete Thätigkeit für Zwecke der land- und forstwirthschaftlichen Meteorologie in Apparaten, Modellen, graphischen Darstellungen und Publikationen zu ersehen war.

Am 6. September wurde die Conferenz im Namen des österreichischen Ackerbau-Ministeriums von Herrn Dr. *Lorenz* begrüßt, worauf die Constituirung erfolgte.

Die Versammlung wählte zum Präsidenten Herrn Ministerialrath Dr. *Lorenz von Liburnau*, zum Vicepräsidenten Herrn Hofrath Professor *Bruhns* (Leipzig), zum Schriftführer Vicedirector *Osnaghi* (Wien). Es wurde beschlossen, zwei Sectionen zu bilden, von denen die erste die in innerem Zusammenhange stehenden Fragen 1—4 zu behandeln hatte, während einer zweiten Section die 5. Frage zugewiesen wurde.

Der Schluß der Conferenz erfolgte am 9. September nach einem kurzen Scheidegruß des Vorsitzenden.

Es betheiligten sich an der Conferenz aus Oesterreich: Dr. *Lorenz von Liburnau*, Ministerialrath (Wien), Prof. *Osnaghi*, Vicedirector der Centralanstalt für Meteorologie (Wien), Prof. *Langer* (Mödling), Prof. *Oborny* (Neutitschein), Prof. *v. Höhnel* (Wien), Dr. *Breitenlohner* (Wien), Dr. *Riegler* (Wien), *Kostlivy*, Adjunct der Centralanstalt für Meteorologie (Wien). Aus Deutschland: Prof. *Neumayer*, Director der Seewarte (Hamburg), Hofrath Prof. *Bruhns* (Leipzig), Prof. *Ebermayer* (München), Prof. *Müttrich* (Eberswalde), Prof. *Richter* (Tharand). Aus Frankreich: *Mascart*, Director des Central-Büreaus für Meteorologie (Paris), *St. Loup*, Präsident der meteorologischen Commission von Doubs, Prof. *Grandeau* (Nancy). Aus Belgien: Prof. *Chevron* (Gembloux). Aus Italien: Prof. *Tacchini* (Rom). Aus der Schweiz: Dr. *Billwiller*, Director der meteorologischen Centralanstalt (Zürich). Aus Dänemark: *Willaume-Jantzen*, Subdirector des meteorologischen Instituts (Kopenhagen). Aus Ungarn: Dr. *Schenzl*, Director der meteorologischen Centralanstalt (Budapest), Baron *Friesenhof*, Vorstand des Neutrathaler landwirthschaftlichen Vereins.

In Rücksicht auf die Bedeutung der Conferenzbeschlüsse für die Entwickelung der Agrar-Meteorologie, welch' letztere zu fördern eine der Hauptaufgaben dieser Zeitschrift bildet, bezweckt die folgende Darstellung dem Leser einen tieferen Einblick in die Verhandlungen und Beschlüsse des, aus den hervorragendsten Vertretern der Meteorologie zusammengesetzten Congresses zu gewähren. Die Wichtigkeit der einzelnen Programmpunkte in das richtige Licht zu stellen und das Verständniß für dieselben zu vermitteln, schien es geboten, das mit besonderer Klarheit verfaßte Exposé des Herrn Dr. *Lorenz*, auf welches sich die Verhandlungen zum großen Theil stützen, beizufügen. Ebenso konnte Referent es sich nicht versagen, seine auf Grund vieljähriger Studien gewonnenen Anschauungen bei dieser Gelegenheit mitzutheilen.

Frage I.

Welches sind die gegenseitigen Beziehungen der meteorologischen Elemente und der Vegetation, und zwar sowohl die thatsächlich bereits erforschten, als die theoretisch vorausgesetzten?

Herr *Lorenz von Liburnau:*

Der erste Verhandlungspunkt umfaßt seinem Sinne nach zwei Fragen:

A. Von welchen meteorologischen Elementen und in welcher Weise ist von denselben die Vegetation beeinflußt?

B. Welche meteorologischen Elemente und in welcher Weise werden dieselben durch die Vegetation beeinflußt?

Demnach soll auch hier die Beantwortung in zwei Theilen versucht werden.

Zu A. *(Einfluß der meteorologischen Elemente auf die Vegetation.)* Die Pflanzengeographie, die Physiologie der Pflanzen und vielfache Erfahrungen der Land- und Forstwirthschaft lassen es im Allgemeinen als unzweifelhaft erscheinen, daß alle meteorologischen Elemente mehr oder minder auf den Gang und folglich auch auf das Gedeihen der Vegetation wesentlich Einfluß

nehmen, sowie, daß es für jedes jener Elemente ein Minimum giebt, unter welchem dasselbe auf eine gegebene Pflanzenart nicht mehr günstig wirkt, ebenso ein Maximum, dessen Ueberschreitung für das Gedeihen derselben Art schädlich wird, endlich ein Optimum, unter dessen Einfluß die fragliche Vegetation am günstigsten vor sich geht.

Für alle die genannten Beziehungen meteorologischer Elemente zur Vegetation gilt es, daß man bisher nur die Thatsache der Beeinflussung und mit größerer oder geringerer Annäherung die nützlichen Mittel, die Minima und Maxima, und zwar auch nur für eine beschränkte Anzahl von Pflanzenarten, kennt, daß aber in den wenigsten Fällen das Optimum bekannt ist, und daß man noch weniger die letzten Ursachen kennt, aus denen jene Beeinflussung endgiltig zu erklären wäre. Die Erforschung der letzten Ursachen muß der Pflanzenphysiologie überlassen werden; das Aufsuchen der Mittel, der Maxima, Minima und der Optima hingegen kann Aufgabe der Agrar-Meteorologie sein.

a) Temperatur: Wie sehr die Vegetation von der Temperatur abhängt, darüber ist bereits am längsten beobachtet und geschrieben worden, und wenn man bedenkt, daß schon für die Ueberwinterung der Samen im Freien bei Erhaltung ihrer Keimfähigkeit, dann für die Keimung, für die verschiedenen Stadien des Wachsthums und der Reifung, insbesondere für die Ausbildung der nutzbaren Stoffe in verschiedenen Nutzpflanzen, für die Bildung und Ablagerung der Reservestoffe zum nächstjährigen Wachsthum, bei den Holzpflanzen insbesondere auch für die Ausbildung der Jahresringe und für die Anlage der Knospen, mithin für alle wesentlichen Phasen der Vegetation und für deren Nutzbarkeit das Vorhandensein einer gewissen Temperatur erforderlich ist, so kann die hohe Bedeutung dieses Elementes für unsern Gegenstand nicht verkannt werden.

Als offene Frage aber muß vor Allem noch bezeichnet werden: worin die spezielle Wirkung der Temperatur jener Luft bestehe, von welcher die freistehende Vegetation umspült wird. Die Wärme, welche die Pflanzen von außen (oben) erhalten, setzt sich nämlich zusammen aus derjenigen, welche ihnen direkt durch die Sonne zugestrahlt wird, und aus derjenigen, welche ihnen die umgebende Luft bietet; beide Wärmequellen sind also wichtig, aber nicht identisch.

Indem ferner jede Phase des Wachsthums ohne Zweifel ihr besonderes und bestimmtes Wärmebedürfniß hat, welches nicht ersetzt werden könnte durch eine günstigere Temperatur der vorhergehenden oder nachfolgenden Phase, muß der Gang der Temperatur nach solchen kürzeren Zeitabschnitten, welche sich den bei manchen Pflanzen ziemlich kurzen Hauptabschnitten der Vegetation accomodiren lassen, als bestimmend für den Erfolg der Vegetation betrachtet werden. Daß hiebei die bloßen Jahres- und Monatsmittel nicht genügen, daß vielmehr die Mittel kurzer Zeiträume, z. B. von Pentaden in's Auge zu fassen wären, unterliegt wohl keinem Zweifel.

Als fraglich muß ferner noch bezeichnet werden, ob die sogenannten Wärmesummen, und zwar auch nach welcher Beobachtungs- oder Berechnungsart (z. B. ob aus den Tagesmitteln oder aus den Maximaltemperaturen gewonnen), in bestimmter Beziehung stehen zu den Resultaten der Vegetation oder nicht.

b) Licht. Neuere Forschungen haben gezeigt, daß manche der Wirkungen, welche man früher nur der Temperatur zuschrieb, z. Th. auch von der Intensität

und Dauer der Beleuchtung herrühren, wie denn z. B. neuestens Herr *Albert Levy* den Antheil, welchen die Beleuchtung bei der Reifung der Trauben nimmt, nach exacter Methode nachgewiesen hat, abgesehen davon, daß die Erscheinungen des Heliotropismus, des Etiolirens u. s. w. längst bedeutsame Winke über die Wichtigkeit des Lichtes für die Pflanzen gegeben haben, daß die Rolle des Lichtes für die Bildung und Functionen des Chlorophylls, für die Respiration und demnach für den Wachsthumsproceß der Pflanzen nachgewiesen ist, daß ferner die Pflanzengeographie, sowie die Land- und Forstwirthschaft seit längerer Zeit mehr oder minder stark „lichtbedürftige" und „schattenertragende" Pflanzen unterscheidet, und daß die praktische Waldwirthschaft hievon einen wichtigen Gebrauch bei der Bestandesbegründung macht. Wir können also nicht umhin, auch die Beleuchtung als eines jener Elemente zu bezeichnen, welche auf die Vegetation wesentlichen Einfluß üben; und es könnte sich allenfalls nur noch fragen, ob speziell die Meteorologie sich auch dieser Gruppe von Beobachtungen anzunehmen habe.

c) Die Hydrometeore sind nächst der Temperatur am längsten als wesentliche Factoren des Pflanzenwachsthums erkannt. Die Pflanzenphysiologie hat längst gelehrt, daß die Nahrungsaufnahme der Pflanzen aus dem Boden nur im flüssigen Zustande erfolgt, daß die Vegetation eine mehr oder minder energische Bewegung stark wasserreicher Säfte von den unteren zu den oberen Wassertheilen erfordert, daß durch eine schließliche Transpiration von Wasserdampf insbesondere aus den blattartigen Organen die organischen Vorgänge in der Pflanze wesentlich beeinflußt werden, daß aber die Transpiration wieder wenigstens theilweise von dem Feuchtigkeitszustande der Luft abhängig ist. Da nun das flüssige Wasser der Vegetation in der Regel nur durch die verschiedenen Formen von Niederschlägen geliefert wird, während die Feuchtigkeitszustände der Luft selbstverständlich von dem Gehalte derselben an Wasserdampf bedingt werden, gehören sämmtliche Hydrometeore, also: absolute und relative Luftfeuchtigkeit, sowie verschiedene Condensationsformen (Regen, Schnee, Thau und Nebel) zu jenen Elementen, deren Einfluß auf die Vegetation als unbestritten zu betrachten ist.

d) Die Luftströmungen üben theils einen direkten, theils einen noch wichtigeren indirekten Einfluß auf die Vegetation aus; der direkte Einfluß ist der mechanische, und zwar vorwiegend im negativen Sinne, indem eine größere Häufigkeit stärkerer Winde im Allgemeinen der Vegetation ungünstig ist, während von mäßig bewegter Luft der Vortheil angenommen werden darf, daß sie zur Befruchtung gewisser Pflanzenarten beiträgt. Entschieden wichtiger sind die Winde in indirekter Weise dadurch, daß sie je nach ihrer Provenienz eine große Verschiedenheit in der Temperatur und in den Feuchtigkeitszuständen der Luft, und mittelst der letzteren auch in der Beleuchtung, bedingen. Wo es sich also um eine Erklärung der als wesentlich erkannten Elemente: Temperatur, Beleuchtung und Hydrometeore, handelt, kann auch die nähere Betrachtung der Luftströmungen nicht außer Acht gelassen werden.

e) Daß der Luftdruck auf den physikalischen Vorgang der Transpiration der Pflanzen Einfluß haben müsse, läßt sich theoretisch voraussetzen. Mittelbar beeinflußt er auch die schon vorhin als wichtig bezeichneten Verhältnisse der Verdampfung aus dem Boden, aus dem Wasser und den Vegetationsdecken.

f) Ob der Ozongehalt der Luft von wesentlicher Bedeutung für die Vegetation sei, ist nicht festgestellt; eher ist anzunehmen, daß die Vegetation auf den Ozongehalt Einfluß übe.

Zu B. *(Einfluß der Vegetation auf die meteorologischen Elemente.)* Wenn von einem Einfluß der Vegetation auf meteorologische Elemente die Rede ist, so können nicht vereinzelt stehende Pflanzen, sondern nur Formen von Massenvegetation, wie Wiesen, Moore, Wälder, gemeint sein. Dieses vorausgesetzt, ist dann wieder zu unterscheiden: die klimatische Wirkung, welche innerhalb der Grenzen der Massenvegetation selbst von dieser letzteren hervorgebracht wird, und jener Einfluß, welchen die Massenvegetation auf ihre Umgebung ausübt. In der ersteren Beziehung ist es nur für den Wald, und, was die Zahlenwerthe anbelangt, nur annähernd und für bestimmte locale Verhältnisse einiger Theile Mitteleuropas, nachgewiesen, daß innerhalb seiner Grenzen die Temperaturextreme gemildert, die Jahresmittel der Temperatur um ein Geringes erniedrigt, die relative Feuchtigkeit erhöht, die Verdampfung vermindert ist, während es noch unentschieden blieb, ob die absolute Luftfeuchtigkeit innerhalb des Waldes und die Häufigkeit und Menge der Niederschläge, welche auf den Wald fallen, eben durch den Einfluß des letzteren gegenüber dem Freilande erhöht wird oder nicht.

Was den Einfluß von Massenvegetationen auf die Umgebung anbelangt, so bestehen exacte Nachweisungen hierüber weder für den Wald, noch weniger für andere Vegetationsformen, obgleich es theoretisch nicht zu bezweifeln ist, daß ein solcher Einfluß bis zu gewissen Grenzen bestehen und bei Anwendung entsprechender Beobachtungsmethoden auch nachzuweisen sein müsse, und zwar insbesondere bezüglich der Temperatur der Hydrometeore (einschließlich der Bewölkung und hierdurch auch der Beleuchtung), dann bezüglich der Luftströmungen. —

Von Seiten der *meteorologischen Gesellschaft Englands* wurde in einem an die Conferenz gerichteten Schreiben ausgeführt, „daß offenbar Wärme und Feuchtigkeit die Hauptfactoren sind, von denen in klimatischer Beziehung die Vegetation beeinflußt wird, indem heitere, trockene und warme Jahrgänge mehr auf Entwickelung von Blüthen und Früchten — dagegen trübe, feuchte und kühle Jahrgänge mehr auf die Entwickelung des Blattreichthums hinwirken; daß jedoch auch die Temperatur des Bodens auf die verschiedenen Phasen der Vegetation einen großen Einfluß üben dürfte, indem je nach dem Verhältnisse der Temperatur des Bodens zur Lufttemperatur der Saftlauf und die Entwickelung in dem unteren oder oberen Theile der Pflanze wesentlich modificirt zu werden scheint. Wegen dieser theoretisch begründeten und zum Theile auch schon praktisch bewährten Voraussetzung werde es dringend empfohlen, für agrarmeteorologische Zwecke den Beobachtungen über Bodentemperatur Aufmerksamkeit zu schenken.“ —

Zu Punkt I hatte ferner Herr *J. Hann* folgenden Antrag nebst Erläuterungen eingereicht:

„Es ist gegenwärtig fast unmöglich für die Zonen der wichtigsten Culturgewächse wirklich vergleichbare klimatische Daten zu liefern, wenn auch nur vom rein meteorologischen Standpunkte, ohne vorerst darauf Rücksicht zu nehmen,

welche Elemente in dieser Hinsicht die maßgebendsten sein möchten, und ob wir diese überhaupt in unser gegenwärtiges Beobachtungsschema schon aufgenommen haben.

Es rührt dies daher, daß bei der Vertheilung der Stationen von den meteorologischen Instituten ihrerseits keine Rücksicht darauf genommen werden kann, daß die Polar- und Aequatorialgrenzen der wichtigsten Culturzonen, sowie die Gebiete der günstigsten Erträgnisse mit Stationen besetzt sind, und daß die Beobachtungssysteme verschiedener Länder bisher zu weit von einander abwichen, um die Modificationen desselben klimatischen Elementes durch alle Culturzonen rings um die Erde herum verfolgen zu können.

Um daher die meteorologischen Factoren, von denen die Cultur der wichtigsten Nutzpflanzen (natürlich neben anderen nicht klimatischen Bedingungen ihres Gedeihens) abhängig ist, kennen zu lernen, empfehle ich folgende Anträge zur Berathung und eventuellen Annahme:

„In jedem Beobachtungssysteme ist darauf zu achten, daß die Gebiete der wichtigsten Culturpflanzen mit Stationen bedacht werden in der Art, daß diese Stationen die natürlichen klimatischen Verhältnisse derselben zu erforschen gestatten, also nicht inmitten von Städten etc. situirt sind. Es ist Sache der Ackerbau-Ministerien etc. durch ihre wissenschaftlich gebildeten Organe den meteorologischen Instituten bei der Wahl und Gründung solcher Stationen behilflich zu sein, ja selbst die Anregung dazu zu geben.

Es ist dabei nicht an agrarmeteorologische Versuchsstationen gedacht, mit deren Gründung und Leitung die meteorologischen Institute sich nicht befassen können, sondern mein Antrag geht nur dahin, daß bei der Gründung der gewöhnlichen meteorologischen Stationen auch auf die Bedürfnisse einer klimatischen Culturstatistik und einer Erforschung der klimatischen Eigenthümlichkeiten der wichtigeren Culturpflanzen Rücksicht genommen werde.“ —

Bei der Behandlung der Frage in der Conferenz wurde das Exposé des Herrn *Lorenz* zu Grunde gelegt. Derselbe recapitulirte nochmals in Kürze die einzelnen Punkte des betreffenden Abschnitts seiner Auseinandersetzung. Herr *Ebermayer* macht aufmerksam, daß auch das Vorkommen von Frösten zu erwähnen wäre. Es wird hierauf von der Section folgendes Votum angenommen:

1. Die Vegetation ist wesentlich beeinflußt von folgenden meteorologischen Elementen:

a) Temperatur der Luft und des Bodens;

b) Dauer und Intensität der Beleuchtung;

c) alle Hydrometeore, also absolute und relative Feuchtigkeit der Luft, Niederschläge sammt den anderen Condensationsformen (Nebel, Thau, Reif);

d) Luftströmungen.

Dagegen erscheint der Gang des Luftdruckes und des Ozongehaltes der Luft von minderer Bedeutung für den Gang der Vegetation.

2. Die meteorologischen Elemente ihrerseits erscheinen von der Vegetation in folgender Weise beeinflußt:

Massenvegetationen (Wiese, Saatfeld, Wald, Moor etc.) haben innerhalb ihrer Grenzen spezielle Verhältnisse der Temperatur und Luftfeuchtigkeit, vielleicht auch der Niederschläge, und dürften auch auf das Klima ihrer Umgebung eben-

falls in Bezug auf Temperatur und Hydrometeore, sowie auf die Quellen Einfluß üben.

Referent:

Es wäre in mehr als einer Beziehung wünschenswerth gewesen, wenn die Conferenz bei Behandlung des ersten Punktes sich mit der Frage beschäftigt hätte, in welcher Weise die Resultate der Beobachtungen über die einzelnen meteorologischen Elemente zu dem Wachsthum der Culturpflanzen in Beziehung zu bringen seien, umgekehrt, in welcher Weise der Einfluß der Massenvegetation auf die klimatischen Verhältnisse der Umgebung festzustellen sei. Es ist dies eine der schwierigsten Aufgaben der Agrar-Meteorologie, welche sich ohne Weiteres auf dem von der Conferenz eingeschlagenen Wege wohl kaum lösen lassen dürfte. Zur Begründung dieser Behauptung mögen folgende Bemerkungen hier eine Stelle finden.

Zur Beurtheilung des Einflusses der klimatischen Factoren auf das Wachsthum der Culturpflanzen wäre es selbstredend zunächst nothwendig, in Bezug auf das letztere von einem bestimmten Maßstab auszugehen. Als der brauchbarste in dieser Beziehung wäre wohl, hinsichtlich der Bedürfnisse der Bodencultur, die Menge der producirten Pflanzensubstanz zu bezeichnen, denn auf diese kommt es dem Bodenproducenten hauptsächlich an. Für die landwirthschaftlichen Gewächse würden die Ergebnisse der Erntestatistik brauchbare Anhaltspunkte für den bezeichneten Zweck abgeben, wenn dieselben durch sorgfältige Beobachtungen gewonnen würden, was bekanntlich nicht der Fall ist. Solche auf Schätzung beruhende Zahlen würden überdies nicht den an eine exacte Forschung zu stellenden Anforderungen genügen. Ungleich ungünstiger gestalten sich diese Verhältnisse für den Wald, da die genaue Bestimmung des jährlichen Holzzuwachses mit fast unüberwindlichen Schwierigkeiten verknüpft ist.

Den berechtigten Wünschen der Praxis Rechnung tragend, hätte sich die Wissenschaft weiters mit der Frage des Einflusses des Klimas auf die Qualität der Ernteproducte zu befassen. Es ist nicht abzusehen, wie letztere mit Sicherheit für ein größeres Culturgebiet festgestellt werden könnte. Der Werth aller im Interesse der Bodencultur angestellter meteorologischer Beobachtungen würde auch in diesem Falle wie im ersteren ein höchst zweifelhafter sein, wollte man sich auch bezüglich der Güte der Ernteerträge mit einfachen Schätzungen begnügen. Es würde damit unser Wissen nicht gefördert und im Großen und Ganzen nicht viel mehr erreicht, als längst bekannte Thatsachen bestätigt.

Gesetzt aber auch den Fall, es ließen sich die geschilderten Schwierigkeiten in einer den Zwecken der Wissenschaft entsprechenden Weise beseitigen, so würde trotzdem noch nicht durch einen Vergleich der Resultate der meteorologischen Beobachtungen mit denen der Erhebungen über Güte und Höhe der Ernten die Abhängigkeit des Pflanzenwachsthums von dem Klima ohne Weiteres, auch nur annähernd sicher ermessen werden können. Das Klima wirkt, wie oben gezeigt wurde, durch eine ungemein große Zahl von Factoren auf das Pflanzenleben ein, nicht allein direkt, sondern was die Verhältnisse außerordentlich complicirt macht, auch indirekt. Wie soll in der Gesammtwirkung der Grad des Einflusses der einzelnen Factoren namentlich aber erkannt werden, welchen Antheil jeder derselben an der Quantität und Qualität der Production genommen hat? Unmöglich

kann dies dadurch erreicht werden, daß man die Resultate der meteorologischen Beobachtungen den Ernteergebnissen einfach gegenüberstellt. Es würde dies zu einem Chaos von Ansichten und zu einer Verwirrung der Begriffe führen, da je nach den individuellen Anschauungen der mit den Zusammenstellungen beauftragten Personen die Ergebnisse eine verschiedene Auslegung erfahren, oder gewisse, aus dem zufälligen Zusammentreffen von Erscheinungen abgeleitete Schlüsse durch die Ergebnisse anderer Beobachtungen wiederlegt werden würden. Wie überaus schwierig es ist, den Gang der klimatischen Factoren zu den Ernteerträgen in Beziehung zu bringen, haben auf das Evidenteste die 20jährigen diesbezüglichen Beobachtungen von *Lawes* und *Gilbert* gezeigt, über welche wir im vorigen Heft dieser Zeitschrift ein ausführliches Referat gegeben haben. Nach diesen kann bei einem sehr verschiedenem Witterungsverlauf während der Vegetationszeit in verschiedenen Jahren dasselbe Ernteresultat erzielt werden. Es deutet dies darauf hin, daß die klimatischen Vegetationsfactoren in den mannigfachsten Combinationen ihren Einfluß auf das Pflanzenwachsthum geltend machen müssen und daß es daher zur Ergründung dieser Combinationen nothwendig wird, die Wirkung jedes einzelnen Factors bis in das Detail zuvor zu bestimmen, ehe an eine Deutung der Gesammtwirkung aller Factoren herangetreten wird.

Aus diesen Gründen möchte Referent empfehlen, daß, unbeschadet der von der Conferenz vorgeschlagenen Erhebungen, welche zur klimatischen Charakterisirung der einzelnen Culturgebiete sowohl, wie für die Feststellung des Einflusses der verschiedenen Formen des Klimas auf das Wachsthum der Culturpflanzen nothwendig sind, sich die in Aussicht genommenen agrarmeteorologischen Institute mit physiologischen Untersuchungen über den Einfluß der Luft- und Bodenwärme, der Menge und Vertheilung der Feuchtigkeit, des Lichtes u. s. w. auf die Entwickelung und die Production der Culturgewächse nach Güte und Menge beschäftigten. Wohl hat die Pflanzenphysiologie gelehrt, welcher Art der Einfluß der bezeichneten Factoren auf das Pflanzenleben ist, aber wir wissen noch Nichts darüber, wie letztere auf die Quantität und Qualität des Ertrages einwirken. In solchen Versuchen wäre hauptsächlich auf die natürlichen Verhältnisse, also darauf Rücksicht zu nehmen, daß in der Natur Wärme, Licht und Feuchtigkeit nicht gleichmäßig, sondern in den verschiedenen Vegetationsstadien in verschiedenem Grade einwirken. Nach gründlicher Untersuchung dieser Verhältnisse würden weiterhin Combinationen zweier oder mehrerer Factoren in den betreffenden Versuchen vorzunehmen sein. Eine derartige elementare Behandlung des Gegenstandes wird es, nach der Meinung des Referenten, allein möglich machen, die Ergebnisse der meteorologischen Beobachtungen richtig zu deuten und sie für die Wissenschaft wie für die Praxis in gleicher Weise fruchtbar zu verwerthen.

Für letztere werden die agrar-meteorologischen Forschungen, was bisher wenig beachtet wurde, dadurch von höchstem Belang werden, daß mit Hilfe derselben die Werthschätzung des Grund und Bodens behufs der Besteuerung rationeller als bisher wird ausgeführt werden können, denn da die Fruchtbarkeit des Bodens nicht allein von der Menge der in ihm enthaltenen Nährstoffe, sondern auch von dem Klima wesentlich mit abhängig ist, wird man letzterem bei der Klassification eine, und zwar eine hervorragende Stelle einräumen müssen. Zur

Gewinnung verläßlicher Daten in dieser Beziehung wird sich nicht allein die Anstellung von Untersuchungen in der vom Referenten vorgeschlagenen Weise, sondern auch die Ausdehnung des meteorologischen Netzes über alle Theile des Landes, mit möglichst dichter Anordnung der Stationen dritter Ordnung, als nothwendig erweisen.

Bezüglich der Feststellung des Einflusses der Massenvegetationen auf das Klima ist Referent aus denselben, wie oben angeführten Gründen der Meinung, daß hierbei außer den meteorologischen Beobachtungen Untersuchungen auf physiologischer Basis, mit möglichster Isolirung der einzelnen Factoren wünschenswerth seien.

Was schließlich die Feststellung der agrar-meteorologischen Elemente selbst betrifft, so möchte sich Referent in Bezug hierauf noch einige Andeutungen erlauben.

Die Bodentemperatur hängt zwar hauptsächlich von dem Klima und dem jeweiligen Zustande der Witterung ab, außerdem aber von der chemischen und physikalischen Beschaffenheit des Erdreichs, von der Bedeckung desselben, von der Lage desselben gegen die Himmelsrichtung, von der Steigung der Oberfläche u. s. w. Die genaue Feststellung dieser Einflüsse würde ebenfalls in das Bereich der Untersuchungen der wissenschaftlichen Institute einzubeziehen sein.

Die Beobachtungen über die Niederschläge hätten sich nicht nur auf deren Menge sondern auch auf deren Vertheilung während der Vegetationszeit zu erstrecken, da, wie mehrfache Untersuchungen gezeigt haben, letztere für die Pflanzen von wesentlichstem Belang ist. Außerdem wäre nicht außer Acht zu lassen, daß die Niederschläge den Pflanzen nicht direkt, sondern erst durch Vermittelung des Bodens zu Gute kommen und daß das Verhalten desselben zum Wasser ein außerordentlich verschiedenes ist. Diese Beziehungen des Bodens zu dem ihm zugeführten Wasser bilden daher einen weiteren Gegenstand der wissenschaftlichen Forschung auf dem Gebiete der Agrar-Meteorologie.

Frage II.

Auf welche Beobachtungen meteorologischer Elemente ist demnach mit spezieller Rücksicht ihres Einflusses auf die Vegetation ein besonderes Gewicht zu legen?

Herr ***Lorenz von Liburnau:***

Wenn angenommen werden darf, daß zu Punkt I im Obigen die entsprechenden Anträge gestellt worden sind, so dürfte sich die Antwort auf den zweiten Fragepunkt naturgemäß daraus ergeben. Der nachfolgende Entwurf hierzu theilt sich in zwei Abschnitte A und B, analog den gleich bezeichneten Abschnitten zu Punkt I. Es werden ferner bezüglich der einzelnen meteorologischen Elemente jedesmal unterschieden: die wünschenswerthen Beobachtungen von den wünschenswerthen Zusammenstellungen oder Verwerthung der Daten.

Zunächst muß aber noch hervorgehoben werden, daß für Beobachtungen mit so fest bestimmten Zielen, wie es die hier in Rede stehenden sind, die richtige Wahl der Stationsorte eine sehr wesentliche Bedingung ist und daß diese Wahl in keinem Falle so, wie es im Allgemeinen bei meteorologischen Stationen sehr oft der Fall ist, den zufälligen Gelegenheiten überlassen werden darf.

Bevor auf die Frage der Beobachtung einzelner Elemente näher eingegangen wird, ist noch zu erwägen, inwieferne auch zu den hier in Rede stehenden Zwecken eine Unterscheidung von Stationen mehrerer Ordnungen angemessen wäre?

Im Allgemeinen läßt sich wohl nach der Natur des Gegenstandes annehmen, daß eine solche Abstufung sich als zweckdienlich herausstellen werde; allein es dürfte sich empfehlen, hierüber gegenwärtig noch nicht im Detail zu entscheiden, vielmehr den aus der Erfahrung sich ergebenden wirklichen Bedarf abzuwarten und vorläufig nur anzunehmen, daß jedenfalls neben Stationen erster Ordnung, welche über sämmtliche Elemente nach allen einschlägigen Richtungen beobachten sollen, auch Stationen einer oder mehrerer niedrigerer Ordnungen bestehen werden, sowie daß Spezial-Stationen nothwendig sein werden, die sich nur mit den für ein spezielles Element (z. B. Regenfall) bestimmten Beobachtungen zu befassen haben.

Zu A.

a) Temperatur. Wie schon zu Punkt I bemerkt wurde, ist hier vor Allem die Aufstellungsart der Thermometer zu entscheiden, um die Temperatur jener Luft zu ermitteln, von welcher die freistehende Vegetation umspült wird. Diesem Zwecke scheinen weder die an den Nordseiten von Gebäuden, noch auch die in geschlossenen Kästen (wenngleich mit Luftzug) angebrachten Thermometer ganz zu entsprechen, und es dürfte eine Aufstellung zu adoptiren sein, bei welcher das Thermometer gänzlich frei der Luft ausgesetzt ist, nur unter einseitiger Beschattung des Quecksilbers. Ueber diese Frage, deren Discussion der Conferenz empfohlen sein möge, wird der Referent eine Reihe von Daten aus vergleichenden Beobachtungen vorzulegen sich erlauben.

Die betreffenden Thermometer-Ablesungen sollen wo möglich zum mindesten dreimal täglich, und zwar der Vergleichbarkeit wegen zu denselben Stunden angestellt werden, welche für die meteorologischen Stationen überhaupt üblich sind.

Beobachtungen über die absoluten Maxima und Minima jedes Tages mittelst selbstregistrirender Instrumente, wie z. B. jener von Casella, sind sehr erwünscht.

Ebenso wichtig erscheint die Aufstellung und Beobachtung von Insolations- und Radiations-Thermometern, um die spezielle Wirkung der Sonnenwärme, gesondert von den durch die jeweiligen Luftströmungen herbeigeführten Temperaturen, zu den verschiedenen Tages- und Jahreszeiten zu ermitteln.

Die beiden letzten Kategorien von Beobachtungen wären nur an Stationen erster Ordnung anzustellen, die dreimal täglichen einfachen Thermometer-Ablesungen jedoch an allen.

Was nun die Zusammenstellung der Thermometerdaten betrifft, so erscheint es nach der zu Punkt I ausgesprochenen Forderung dringend erwünscht, daß nicht nur die Mittel von Monaten, Jahreszeiten und Jahren, sondern auch Pentaden-Mittel, oder, wenn irgend möglich, selbst die Originaldaten der einzelnen Tage, letztere wenigstens von besonders typischen Stationen, veröffentlicht oder doch wenigstens den Interessenten-Kreisen leicht zugänglich gemacht werden.

Bei der Verwerthung dieser Daten wäre es von Wichtigkeit herauszuheben:

Den Zeitpunkt und die Anzahl der Tage, an welchen Temperaturen unter 0° innerhalb der Beobachtungsjahre vorkamen, und wann sie im Durchschnitte eintraten;

die Beständigkeit oder Veränderlichkeit der Temperatur;

die mittlere Dauer und Frequenz der längsten Zeiträume, innerhalb deren sich die Temperatur ununterbrochen oder nur mit kleinen Schwankungen nahe an dem Maximum oder Minimum der betreffenden Jahreszeit hält;

die Wärmesummen nach der noch näher festzustellenden Methode.

b) Licht. Photometrische Beobachtungen nach einem Systeme, über welches eine Einigung der Conferenz sehr dringend erwünscht wäre, sollten wenigstens an einigen Stationen erster Ordnung angestellt werden. Die zur Intensität der Beleuchtung in Beziehung stehenden Beobachtungen über Bewölkung des Himmels werden im Nächstfolgenden bei den Hydrometeoren behandelt werden.

c) Was die Hydrometeore betrifft, so wären die Daten über absolute und relative Luftfeuchtigkeit mindestens nach derselben Methode, wie sie bisher allgemein üblich ist, und zu denselben Terminen wie die Temperaturdaten zu ermitteln. Als eine wesentliche Verbesserung gegenüber den unleugbaren Mängeln der Psychrometer-Beobachtungen dürfte die Anwendung von Volum-Hygrometern, wie jenes von Professor *Schwackhöfer*, zu empfehlen sein.

Beobachtungen über Verdampfung des Wassers erscheinen als wichtig, und die Anwendung des Evaporimeters von Piche wäre hierbei besonders im Auge zu halten, da dieses Instrument wegen seiner großen Einfachheit eine weite Verbreitung an Stationen niedrigerer Ordnung ermöglicht. Auch wäre es als Aufgabe weiterer Forschungen zu bezeichnen, daß womöglich eine bestimmte Relation ermittelt werde zwischen den Angaben des Evaporimeters von Piche und der Luftfeuchtigkeit, sowie der Verdampfung einer freien Wasserfläche.

Bezüglich der Niederschläge wäre vor allem festzuhalten, daß die Beobachtungen sich auf alle Condensationsformen des atmosphärischen Wassers beziehen sollten.

Die Bewölkung des Himmels wäre nach den bisherigen Methoden zu beobachten; nur möge hier nochmals darauf hingewiesen werden, wie schon bei Gelegenheit des ersten Meteorologen-Congresses in Wien im Jahre 1873 erwähnt wurde, daß es für die Pflanzenwelt nicht gleichgiltig ist, ob sie nur wenig geschwächtes Sonnenlicht durch einen dünnen Schleier oder abwechselnd volles Sonnenlicht und blos diffuse Beleuchtung (welche abwechselnd bei halbbedecktem Himmel stattzufinden pflegt), oder endlich nur diffuse Beleuchtung erhält; und da diese Unterschiede völlig verdeckt werden, wenn man die geringe Dicke der Wolkenbedeckung durch Herabsetzung der Nummer der Bewölkung zum Ausdrucke bringt, empfiehlt es sich, einen dünneren Ueberzug des Himmels anders als durch Herabsetzung der Nummer für den Grad der Bewölkung auszudrücken, weil bei der üblichen Art der Bezeichnung die areale Ausdehnung mit jener der Mächtigkeit der Wolkenschicht vermengt würde. Es kann hier nur wiederholt werden, daß es aus den angeführten Gründen dringend erwünscht sei, eine bestimmte Uebung allgemein anzunehmen.

Ueber das Auftreten und die Dauer von Nebeln wären Beobachtungen ungeachtet der bekannten dagegen geltend gemachten Schwierigkeiten möglichst in

Gang zu bringen; über die zweckmäßigste Methode hiezu möge die Conferenz sich einigen.

Dasselbe gilt von Beobachtungen über Thau und Reif.

Der Regenfall wäre bezüglich seiner Häufigkeit und Menge nach den bisher üblichen Methoden zu beobachten, wobei eine Einigung über die Art der Ombrometer dringend erwünscht wäre.

Wegen der Verschiedenheit des Einflusses, welchen längere oder kürzere, im Einzelnen mehr oder minder ausgiebige Niederschläge auf die Vegetation üben, wäre wenigstens an Stationen erster Ordnung mittelst Autographen der Eintritt und das Ende, also die Dauer jedes ununterbrochenen Niederschlages und der aus demselben resultirenden Wassermenge (Regenhöhe) ersichtlich zu machen. An Stationen niedriger Ordnung sollen diese Daten bezüglich einzelner Regenfälle wenigstens so oft als möglich aufgezeichnet werden, um nach und nach zu einer Kenntniß der verschiedenen Typen zu gelangen, in denen die Niederschläge verschiedener Gegenden und Jahreszeiten aufzutreten pflegen.

Die Aufzeichnungen über den Schnee wären derart einzurichten, daß man die Dauer der Zeiträume, innerhalb deren die Vegetation mit einer Schneedecke verhüllt war, sowie die durchschnittliche Mächtigkeit der Schneedecke entnehmen könne. Ueber die beste Methode, dieses Ziel zu erreichen, wäre eine Einigung der Conferenz sehr erwünscht, und wird hiebei insbesondere auf die Methode aufmerksam gemacht: an Punkten, welche normale Schnee-Ablagerungen erwarten lassen, Bretter hinzulegen, und aus der daraufgefallenen Schneedecke mittelst cylindrischer Gefäße, welche genau den Durchmesser und die Gestalt der Ombrometer-Auffanggefäße haben, Stücke herauszustechen, welche dann in der üblichen Weise geschmolzen werden.

Die Stationen erster Ordnung hätten alle hier unter „Hydrometeore" erwähnten Beobachtungen anzustellen, die Stationen niedrigerer Ordnung jedoch nur Psychrometer und Evaporimeter anzuwenden.

Was die Zusammenstellung und Verwerthung aller Daten über Hydrometeore betrifft, so gilt das oben bei der Temperatur über die Veröffentlichung von Pentaden-Mitteln und von den Daten der einzelnen Tage Gesagte auch hier.

Bei der Verwerthung der Daten wäre auf folgende Punkte Rücksicht zu nehmen:

Bezüglich der absoluten und relativen Luftfeuchtigkeit sollten dargestellt werden:

Die absolut längsten und die durchschnittlich längsten während möglichst vieler Beobachtungsjahre vorgekommenen Zeiträume, innerhalb deren die Luftfeuchtigkeit ununterbrochen sehr gering oder sehr groß war, und zwar nach Jahreszeiten (nicht nach den einzelnen Monaten, da in einigen Gegenden die Dürreperioden länger als einen Monat dauern);

die Häufigkeit der ununterbrochen sehr trockenen oder sehr feuchten Zeitabschnitte nach Jahreszeiten, wo die Anzahl der Tage, die man als einen hinreichend wichtigen Zeitabschnitt betrachten will, nach den Gegenden verschieden gewählt werden kann, jedoch immer so gewählt werden muß, daß sie dem Maximum der wirklich an der Station vorkommenden möglichst nahe liegt, s. z. B.:

Durchschnittliche Anzahl der Dürreperioden von mehr als 3 Tagen

. mit nicht mehr als 35%:

Winter	Frühling	Sommer	Herbst
—	2	5	2,

oder:

Durchschnittliche Anzahl der Dürreperioden von mehr als 8 Tagen

mit nicht mehr als 40% relativer Luftfeuchtigkeit:

Winter	Frühling	Sommer	Herbst
—	2	4	3

Für die Verdampfung gelten alle soeben angeführten Punkte.

Bezüglich der Niederschläge wären hervorzuheben:

Die Niederschlags-Dichtigkeit, welche man erhält, indem man die Regenmenge durch die Anzahl der Regentage dividirt, aus welchem Resultate dann zu ersehen ist, welche Wassermenge durchschnittlich auf einen Niederschlagstag kommt, ob also in diesem oder jenem Monate wenige aber starke, oder wenige aber schwache, zahlreiche und schwache, oder endlich zahlreiche und zugleich starke Niederschläge vorherrschen;

die sogenannte „Regenwahrscheinlichkeit" oder „Regenfrequenz", welche man erhält, indem man die mittlere Anzahl der Niederschlagstage des Monates durch die Anzahl der Tage desselben Monates dividirt, aus welchem Resultate dann zu ersehen ist, der wievielte Theil der Monatstage durchschnittlich als Niederschlagszeit auftritt;

die längsten Zeiträume ohne alle Regentage, sowie auch mit continuirlichen Regentagen (wenngleich nicht mit continuirlichem Regen) für jede Jahreszeit.

d) Die Luftströmungen wären nach den bisher üblichen Methoden zu beobachten und zu verzeichnen; nur wäre auch hier, wie schon bei den Niederschlägen gesagt, die Vermehrung autographischer Aufzeichnungen erwünscht, welche genauer als dieses bei dreimal täglichen Aufzeichnungen möglich ist, Anfang, Ende und Intensität der einzelnen wechselnden Winde erkennen lassen. Bezüglich der Instrumente wäre insbesondere eine Vereinfachung der Windfahnen im Interesse ihrer allgemeinen Verbreitung sehr zu empfehlen.

Ueber die Zusammenfassung und Verwerthung der betreffenden Daten ist außer dem hier schon Angedeuteten nichts Besonderes mehr zu erwähnen.

e) Ueber den Luftdruck erscheinen besonders Aufzeichnungen an Spezialstationen für Agrar-Meteorologie (soferne diese nicht mit Witterungs-Prognosen zu thun haben) nicht durchaus nothwendig, indem die Daten der allgemeinen meteorologischen Stationen genügen dürften, um mit entsprechender Exactheit jene Schwankungen des Luftdruckes erkennen zu lassen, deren Größe man zur Berechnung des Dunstdruckes aus den Psychrometer-Angaben bedarf und die überhaupt nicht auf kurze Distanzen stark abweichen.

f) Ueber den Ozongehalt der Luft die im Gange befindlichen Untersuchungen fortzusetzen, erscheint auch vom Standpunkte der Agrar-Meteorologie

wünschenswerth; es können aber von diesem Standpunkte aus gegenwärtig keine speziellen Anträge in dieser Beziehung gestellt werden.

Zu B.

Wenn wir zunächst die klimatischen Eigenthümlichkeiten innerhalb der Grenzen bestimmter Formen von Massenvegetation in's Auge fassen, so erscheint die allgemeinere Verbreitung von Parallel-Stationen, d. h. von paarweise zusammengehörigen Stationen, deren je eine innerhalb, die andere außerhalb der fraglichen Vegetationsform steht, erforderlich; und zwar versprechen solche Stationen desto entschiedenere Erfolge, je mehr der klimatische Charakter der betreffenden Gegend ein continentaler ist. Es wäre demnach die Anlegung solcher Stationen in Ost-Europa, vom östlichen Theile Deutschlands und Oesterreichs angefangen, besonders werthvoll; bei der Errichtung dieser Stationen ist eine angemessene Entfernung der beiden Glieder je eines Paares als ein besonders wichtiger Punkt zu bezeichnen, worüber jedoch Genaueres erst von der Conferenz festzustellen wäre. Da unter den Vegetationsformen, welche hier in Betracht kommen, der Wald die wichtigste ist, wird hier zunächst dasjenige vorgeschlagen, was sich auf die Wald-Freiland-Stationen bezieht.

Für die Waldstationen je eines solchen Paares wäre vor Allem die Aufgabe festzuhalten, daß die Daten über Temperatur, Luftfeuchtigkeit und Niederschläge nicht nur in gewöhnlicher Höhe über dem Waldboden, sondern auch in und unmittelbar über den Kronen zu ermitteln wären.

Was die Temperatur insbesondere anbelangt, so wären hier auch die Temperaturen der Bäume sowie des Bodens in die Beobachtung einzubeziehen, wegen des Einflusses, den diese Temperaturen auf die Wärmeverhältnisse der inneren Waldluft haben müssen.

Bezüglich der Hydrometeore ist es von Wichtigkeit, daß für möglichst viele Baumarten nicht nur das durch die Kronen auf den Waldboden gelangende Niederschlagswasser, sondern auch jene Wassermenge, welche längs den Stämmen herabfließend zum Boden gelangt, gemessen werde. Ueber das Eindringen von Niederschlagswasser in den Boden, sowie über die Verdampfung aus dem Boden bei den verschiedenen im Walde vorkommenden Verhältnissen, entweder der Kahlheit oder der Streu- oder Moosbedeckung, sind Beobachtungen erforderlich, da von diesen Verhältnissen wesentlich der Gang der Luftfeuchtigkeit, sowie auch der Temperatur im Innern des Waldes abhängt. Beobachtungen über den Ozongehalt der Luft in den verschiedenen Höhen würden sich empfehlen, sofern überhaupt der Stand der Ozonfrage es räthlich macht, dieses Element den meteorologischen Untersuchungen zu unterziehen.

An der zugehörigen Freiland-Station sind selbstverständlich der Vergleichbarkeit wegen dieselben Kategorien von Beobachtungen anzuwenden, nur mit Weglassung derjenigen, welche sich speziell auf die Bäume beziehen.

Zur Vergleichung mit den über den Baumkronen angestellten Beobachtungen sollen an der Freiland-Station nicht nur am Boden (und zwar wenn das Freiland bewachsen ist auch unmittelbar über den Spitzen der Vegetation, wegen der Analogie mit der Oberfläche der Baumkronen) sondern auch in derselben Höhe, welche im Walde den Baumkronen zukommt, die Temperaturen, Feuchtigkeits-Verhältnisse und Niederschläge gemessen werden.

Da selbstverständlich auch andere Culturen, wie Wiesen, Weideflächen, Haiden, Moore, dann Felder, so lange sie grün sind, ähnliche, wenngleich mehrfach modificirte Eigenthümlichkeiten mit sich bringen wie der Wald, wären auch in und neben solchen Massenvegetationen analoge Einrichtungen zu treffen.

Um endlich den Einfluß von Massenvegetationen auf das Klima der Umgebung möglichst exact zu erforschen, empfiehlt sich das System von „Radialstationen", die so combinirt sind, daß in der Mitte der betreffenden Vegetationsform mindestens eine Station, und außerhalb der Grenzen derselben Vegetationsform mindestens nach jeder der vier Haupt-Weltgegenden womöglich je zwei in verschiedenen Abständen von jener Grenze sich befinden, wonach also je ein solches System mindestens neun Stationen umfassen würde. Da auch hier wieder die am meisten in Betracht kommende Vegetationsform der Wald ist, und da dieser für das Klima seiner Umgebung hauptsächlich nur dadurch wirksam werden kann, daß er die innerhalb seiner Grenzen entwickelten Eigentümlichkeiten mittelst der Luftströmungen weiterhin verbreitet; da ferner hiebei die Transpiration aus den Kronen ohne Zweifel eine wichtige Rolle spielt, sowie sich auch die Luftströmungen mehr dasjenige aneignen können, was an der Oberfläche der Kronen dargeboten wird, als dasjenige, was am Grunde des Waldes vorhanden ist, besitzen alle jene Kategorien von Beobachtungen, welche früher für eine Parallel-Waldstation als erforderlich bezeichnet wurden, auch für die Waldstation eines Radialsystemes die gleiche Wichtigkeit.

Die Freiland-Stationen eines solchen Systemes müssen aus demselben Grunde strenge genommen und auch dieselbe vollständige Einrichtung besitzen wie die Freiland-Stationen der Parallel-Paare; da jedoch wenigstens für praktische Zwecke hauptsächlich nur jener Erfolg constatirt werden soll, welcher aus der Nähe des Waldes für die umgebenden Culturgründe summarisch erwächst, genügt es, wenn die Freiland-Stationen nur je ein Psychrometer-Paar, womöglich ein Volum-Hygrometer, dann ein Evaporimeter von Piche und ein Ombrometer in der gewöhnlichen Bodenhöhe besitzen, ohne daß die analogen Apparate auch an Vorrichtungen von gleicher Höhe, wie die Baumkronen des benachbarten Waldes, angebracht werden. Selbstverständlich begreift ein System von Radialstationen implicite 4—8 Parallel-Stationen in sich, wenn die betreffenden Freiland-Stationen eines solchen Systemes, oder wenigstens einige derselben, so eingerichtet werden, wie oben für die Freiland-Stationen beantragt wurde, wenn sie also ebenfalls nicht nur nahe über dem Boden, sondern auch in der Höhe beobachten.

Für andere Vegetationsformen, insbesondere für Wiesen, Aecker und Moore, wären ähnliche Parallel- und Radialsysteme in's Auge zu fassen, was bisher noch nirgends geschehen zu sein scheint. —

Die Verhandlungen über Frage II wurden in der Weise geführt, daß die einzelnen Punkte in derselben Reihenfolge wie in dem Exposé von Herrn *Lorenz* besprochen wurden.

Zur Frage über die Temperatur-Beobachtungen setzte Herr *Lorenz* auseinander, warum die Aufstellung der Thermometer weder an den Nordseiten von Gebäuden, noch in geschlossenen, wenngleich ventilirten Kästen oder Hütten dem Zwecke völlig entspreche, die Temperatur jener Luft anzugeben, von welcher die Vegetation umspült wird, und bezieht sich auf die am Vortage den

Mitgliedern der Conferenz demonstrirten graphischen Darstellungen vergleichender Beobachtungen, welche auf seine Anregung *Langer* in Mödling durchgeführt hat[1]).

Herr *Langer* beantragt, die Section möge die Anstellung weiterer derartiger vergleichender Versuche empfehlen, wobei jedoch die Aufstellung eines Thermometers innerhalb der betreffenden Vegetation selbst, z. B. innerhalb eines Getreidefeldes, einer Wiese etc. in's Auge zu fassen wäre.

Herr *Bruhns* beantragt, daß sämmtliche Delegirte als Beilagen zum Protokoll Beschreibungen der an ihren Stationen üblichen Beschirmungsarten geben sollen.

Nachdem noch Herr *Mascart* eine Abbildung der in Frankreich für selbstregistrirende Maximum- und Minimum-Thermometer (Umkehrungs-Thermometer) eingeführten Beschirmung gezeigt hat, werden die mit einander vollkommen vereinbarlichen Anträge *Langer* und *Bruhns* angenommen.

Ueber die Frage: Wie oft und zu welchen Zeiten täglich die Temperaturen beobachtet werden sollen? entspinnt sich eine längere Debatte. Während Herr *Müttrich* für die an den preußischen forstmeteorologischen Stationen üblichen Termine des Morgens und Mittags eintritt, weil man die Tagestemperatur schon aus Maximum und Minimum mit der üblichen Correction genügend — und durch die Mittags- oder 2 Uhr-Beobachtung einen Anschluß an die Stationen 2. Ordnung bekommt, sprechen sich die Herren *Grandeau* und *Ebermayer* für die Termine Morgens und Abends aus. Diesem schließt sich *Jantzen* an, der nach Beobachtungen in Dänemark angiebt, daß man aus Maximum + Minimum + 8 h. a. m. + 8 h. p. m. dividirt durch 4, fast genau das Tagesmittel der Temperatur erhalte.

Herr Dr. *Riegler* ist der Ansicht, weil der Einfluß der Vegetation auf Temperatur und Luftfeuchtigkeit gerade in den ersten Nachmittagsstunden am größten sein müsse, daß Beobachtungen eben um diese Zeit von besonderer Wichtigkeit seien, und man solle daher auf keinen Fall Mittagsablesungen (um circa 2 Uhr) unterlassen.

Herr *Müttrich* macht noch geltend, daß durch die Annahme der in Preußen üblichen Termins-Ablesungen (Morgens und Mittags) auch dem Gesichtspunkte Rechnung getragen werde, welchen *Riegler* mit gutem Grunde hervorgehoben habe, daß es also vorzuziehen sei, wenn man selbstregistrirende Maximum und Minimum-Thermometer und dazu Morgens- und Mittags-Ablesungen der Psychrometer annehme.

Das Resultat der Abstimmung ist sub 6 angegeben.

Ueber die Frage, ob Insolations-Beobachtungen angestellt werden sollen, wird, nachdem die Herrn *Mascart* und *Tacchini* angegeben haben, daß noch kein Actinometer existire, welches die Temperaturgröße ganz verläßlich angebe, das Votum 7 angenommen.

Bezüglich der Bodentemperaturen wurde die sub 8 angeführte Resolution angenommen.

Was die Beobachtungen über Frost anbelangt, machen die Herren *Schenzl* und *Ebermayer* aufmerksam, daß hierüber die in Hütten aufgestellten Thermometer keinen entsprechenden Aufschluß geben und daß man für solche Beobachtungen Thermometer auf den Boden hinzulegen habe. Herr *Ebermayer* insbesondere theilt mit, daß hiebei nur Minimum-Thermometer ohne Fassung an-

[1]) Vergl. die betr. Abhandlung in diesem Heft.

gewendet werden dürfen, weil jene mit Fassung nach seinen Erfahrungen nicht unbedeutend höhere Temperaturen angeben. Um die den Landwirth interessirenden Frostverhältnisse, nemlich unmittelbar in der obersten Bodenschichte, dann in der Luft über dem Boden und endlich in der Höhe der erfrierenden Vegetationsspitzen genau zu verfolgen, müßte man eigentlich in drei verschiedenen Höhen Minimum-Thermometer anbringen, nemlich: am Boden liegend und dabei die Kugel leicht mit Erde bedeckt, dann ein zweites mit der Kugel unmittelbar über dem Boden und ein drittes in der Höhe jener Vegetationstheile, von denen man wissen will, welcher Temperatur sie beim Frost ausgesetzt waren. Die letztere Aufstellung empfiehlt sich schon deshalb, weil beim Erfrieren der Pflanzen es nicht so sehr auf die Ausstrahlung aus dem Boden, als auf die Ausstrahlung aus den Pflanzen selbst ankomme, welche von derjenigen des Bodens vielfach und nach den verschiedenen Pflanzenarten variabel sei.

Ueber den Punkt der Frostbeobachtungen einigt sich die Section zu dem unter 9 angeführten Votum.

Bezüglich des Lichtes schließt sich die Section den Ausführungen des Herrn *Ebermayer* an (11).

Hydrometeore: Zur Ermittelung der Luftfeuchtigkeit werden noch allgemein die *August*'schen Psychrometer angenommen und es frägt sich dabei um die zweckmäßigsten Termine der Ablesung.

An der Discussion über diese Frage betheiligen sich die Herren *Müttrich*, *Bruhns* und *Schenzl*. Schließlich wird der sub 12 angeführte Beschluß gefaßt.

Ueber das im Exposé von Herrn *Lorenz* empfohlene Evaporimeter von *Piche* entspinnt sich eine längere Diskussion. Aus derselben ist zu entnehmen, daß die mit diesem Apparat gewonnenen Daten keinen Schluß zuließen auf die Verdampfung aus den in der Natur vorkommenden Flächen *(Ebermayer)*, daß die Angaben des Instrumentes nicht zuverlässig und die Fehler schwer zu corrigiren seien *(Langer*, *Riegler)*, daß es wünschenswerth sei, wenn die Verdunstungsbeobachtungen für agrarische Zwecke möglichst unter natürlichen Bedingungen des Bodens und der Vegetation angestellt würden *(Ebermayer)*, daß es aber nicht möglich sei, ein Instrument zu finden, welches allen bei der Verdunstung in Betracht kommenden Gesichtspunkten entspricht *(Mascart)*, weshalb man z. B. in Italien alle bisherigen Evaporimeter verworfen habe *(Tacchini)*. Herr *Langer* und Herr *Bruhns* empfehlen zur Bestimmung der Verdunstung aus freien Wasserflächen schwimmende Apparate mit möglichst großer Oberfläche und zur Messung des Verdampfungsverlustes Schwimmer.

Die schließlich gefaßte Resolution ist dem Satz 13 zu entnehmen.

Bezüglich der Wolkenbeobachtungen bemerken die Herren *Bruhns* und *Ebermayer*, daß es nicht zweckmäßig sein dürfte, in die vom allgemeinen Meteorologen-Congreß über Wolkenbeobachtungen gegebenen und allgemein angenommenen Normen eine Abänderung zu bringen, und daß es genüge, bei dem Vorhandensein eines nur dünnen Wolkenschleiers dieses in der Anmerkungsrubrik zu bemerken.

Bezüglich der Angaben über Nebel bemerkt Herr *Bruhns*, es sei bereits vom allgemeinen Meteorologen-Congreß beschlossen, Nebel nur dann anzugeben, wenn die Beobachtungsstation selbst in Nebel eingehüllt ist und die Dichte des

Nebels durch Exponenten zu bezeichnen; werden Nebel nur in der Entfernung gesehen, so sei dieses in der Anmerkungs-Rubrik ersichtlich zu machen.

Ueber die Messung von Thau und Reif sprechen zunächst Herr *Friesenhof*, welcher eines von ihm angewendeten, auf der Wasseranziehung des Kochsalzes beruhenden Thaumessers erwähnt; dann *Oborny*, welcher die Ansicht ausspricht, daß der Thau nicht aus den oberen Luftschichten herstamme, sondern aus der Condensation jenes Wasserdampfes, welcher aus dem wärmeren Boden oder aus Pflanzen in die unmittelbar darüberliegende kältere Luft aufsteigt.

Gegen letztere Auffassung wird bemerkt, daß ja nicht allein die unteren, sondern sogar vorwiegend die oberen Flächen frei exponirter Thaumesser verschiedener Art und auch in größeren Höhen über dem Boden bethaut werden.

Die Herren *Neumayer* und *Ebermayer* empfehlen, daß man die Idee verfolgen solle, Waage-Thaumesser von nicht zu kleinen Dimensionen (z. B. von 1/2 qm) zu construiren, welche mit verschiedenen Substanzen gefüllt werden können.

Der Beschluß über diese Frage ist sub 14 und 15 wiedergegeben.

Für die Regenmessungen hat, wie Herr *Bruhns* bemerkt, bereits der allgemeine Meteorologen-Congreß hinreichende Instructionen gegeben, welche auch für agrar-meteorologische Zwecke genügen dürften; insbesondere sei dort bereits normirt, daß auch der Anfang jedes Regens eingetragen werden solle. Dagegen hält Herr *Bruhns* es für wesentlich, daß die Section ausdrücklich die Nothwendigkeit betone, eine möglichst große Anzahl von Stationen letzter Ordnung, an denen nur Regen und Gewitter aufzuzeichnen sind, zu errichten, wie in Böhmen bereits in reichhaltigem Maße geschehen und auch in Sachsen theils schon realisirt, theils wenigstens eingeleitet sei.

Dieser Wunsch wird als Resolution von Seite der Section angenommen.

Hinsichtlich der Schneemessungen findet die Section nur solche Apparate zu approbiren, welche durch eine entsprechende Erweiterung des inneren Raumes von oben nach unten (einfach oder doppelt-kegelförmig) verhindern, daß der hineingefallene Schnee wieder herausgeweht werde.

Herr *Ebermayer* macht, bevor die Verhandlung über die Hydrometeore geschlossen wird, noch auf die Wichtigkeit von Beobachtungen über die Einsickerung des Wassers in den Boden und über die Verdampfung des Wassers aus dem Boden aufmerksam. Er warnt dabei vor der Anwendung von Lysimetern, mit denen er sehr ungünstige Erfahrungen gemacht habe und empfiehlt die von ihm in neuester Zeit in Bayern getroffenen, allerdings etwas kostspieligen Einrichtungen[1]).

---

[1]) Herr *Ebermayer* behauptet, daß die Methode, die Sickerwasser vermittelst sogenannter Lysimeter zu messen, unrichtige Resultate liefere und deshalb nicht brauchbar sei, „weil die Bewegung und Verdunstung der Bodenfeuchtigkeit in den Lysimeterkästen nicht normal stattfinden kann und sich nach einiger Zeit im unteren Theile der Apparate so viel Wasser ansammelt, daß die Erde viel feuchter und nässer wird, als sie außerhalb der Lysimeter in gleicher Tiefe ist. Diese Erscheinung erklärt sich wohl dadurch, daß die Wände der Lysimeterkästen die horizontale kapillare Verbreitung des Bodenwassers und die nöthige Luftcirculation verhindern und eine geringere Verdunstung veranlassen. Ueberdieß ist eine Bodenfläche von 1 qfuß zu klein, um nur annähernd richtige Resultate zu erhalten.

„Diese Uebelstände suchte ich nun auf folgende Weise zu beseitigen.“

In dem neuen für forstliche Zwecke bestimmten Versuchsgarten in München ließ ich

Die Section macht den Antrag *Ebermayer's* zu dem ihrigen.

Für die Beobachtungen über Luftströmungen (Winde) empfiehlt die Section ohne Debatte die Annahme der vom allgemeinen Meteorologen-Congreß beschlossenen Normen.

Nachdem die Verhandlung über die einzelnen meteorologischen Elemente beendet ist, bringt der Vorsitzende den oben mitgetheilten Antrag des Herrn *Hann* zur Besprechung.

Die Section nimmt diesen Antrag an (vgl. Satz 4 unten).

Es wird nun zur Besprechung jener Beobachtungsmethoden übergegangen, welche zu empfehlen wären, um den reciproken Einfluß der Vegetation auf das Klima zu erforschen.

Herr *Lorenz* beantragt im Sinne seines Exposés: Zur näheren Erforschung der klimatischen Eigenthümlichkeiten, welche innerhalb bestimmter Massenvegetationen, insbesondere innerhalb des Waldes stattfinden, sei das zunächst in Bayern eingeführte System von Parallel-Stationen zur Einführung in möglichst vielen Ländern zu empfehlen, wobei jene des Ostens in Europa vermöge ihres continentalen Klimas sprechendere Erfolge voraussehen lassen, als jene des Westens.

Herr *Müttrich* bemerkt, es liege bei der Wahl der Stationsorte eine Schwierigkeit darin, daß gewöhnlich für die Freilandsstation nicht dieselben äußeren Verhältnisse des Bodengepräges, der Höhenlage, der Exposition etc. zu finden seien, welche bei der Waldstation stattfinden und umgekehrt, während es doch zur Erzielung sicherer Resultate nothwendig wäre, daß beide Stationen in allen Beziehungen gleich gelegen seien, nur mit einziger Ausnahme dessen, daß die eine im Walde, die andere im Freilande stehe. Diese Schwierigkeit dürfe übrigens nicht von der Absicht abhalten, die Anzahl solcher Stationen möglichst zu vervielfältigen.

Herr *Lorenz* bemerkt, daß entsprechende Lagen noch am ehesten in dem nicht gebirgigen Theile Galiziens und Ungarns zu finden seien.

Herr *Riegler* äußert die Ansicht, es sei grundsätzlich günstiger für die Lösung der vorliegenden Frage, wenn ein kleinerer Wald von einem größeren Freilande umgeben sei, als umgekehrt.

Herr *Ebermayer* macht noch aufmerksam, daß, um die Verhältnisse des Regenfalles innerhalb der Wälder im Gegensatze zu den Regenverhältnissen des Freilandes zu ermitteln, am angemessensten sei, innerhalb des Waldes eine nicht zu kleine Blöße auszuhauen oder eine schon vorhandene zu benützen, um dort die Regenmesser aufzustellen, selbstverständlich, womöglich in gleicher Höhe wie

auf einer entsprechend großen Fläche die Erde bis über 1 m Tiefe ausheben, suchte dann 5 Quadrate von je 4 qm Fläche aus, die durch 0,45 m dicke Scheidewände von einander getrennt wurden. Um die letzteren für Luft undurchdringlich zu machen, ließ ich sie mit einer Mischung von Kalkkies, Kalksand und Cement ausfüllen, die in kurzer Zeit steinhart wurde. Die Sohle jeder Grube erhielt eine trichterförmige Vertiefung und wurde mit Cement vollkommen wasserdicht gemacht, so daß alles auf derselben sich ansammelnde Wasser an der tiefsten Stelle (in der Mitte) durch ein angebrachtes ziemlich weites Rohr von Steingut abfließen muß. Die Enden dieser Abzugsröhren münden in einem unterirdischen ausgemauerten Gewölbe von 1,2 m Breite, 2,0 m Höhe und 5 m Länge, wodurch genügender Raum zum Sammeln des durchgesickerten Wassers in großen Cylindern und zum Abmessen desselben vorhanden ist."

die Regenmesser der zur Vergleichung dienenden Freilandstationen. Auf diese Art könne man das umständliche Aufstellen von Regenmessern auf Gerüsten, welche über die Bäume emporragen, vermeiden, und diese Einrichtung ließe sich auch an den schon bestehenden Parallel-Stationen noch nachtragen.

Herr *Lorenz* empfiehlt noch für die Waldstationen die Beobachtung jener Wassermengen, welche bei Regen längs den Baumstämmen herablaufen, und ebenso, wie die durch die Kronen gefallenen, dem Waldboden zu Gute kommen. Er weiset dabei auf die in seinem Auftrage in Mariabrunn angestellten Beobachtungen über diesen Gegenstand und auf die hierüber bereits erfolgte Publikation[1]) hin.

Hierauf wird die Resolution 20 angenommen.

Zur Ermittelung des Einflusses, welchen die Massenvegetationen, insbesondere Wälder, auf das Klima ihrer näheren und weiteren Umgebung üben, empfiehlt Herr *Lorenz* im Sinne seines Exposés das System von Radialstationen, wobei insbesondere die Beobachtungen über Temperatur, Luftfeuchtigkeit und Niederschläge von Belang seien und bei der ersteren nicht allein in der gewöhnlichen Höhe über dem Boden, sondern auch über den Baumkronen anzustellen wären.

Nach einigen kurzen Bemerkungen von Herrn *Müttrich* faßt die Section den sub 21 angeführten Beschluß.

Beschlüsse zur Frage II:

3. Im Allgemeinen erscheint es als wichtig, daß auf möglichst vielen rationell geleiteten Gütern Spezial-Beobachtungen über alle als wichtig erkannten Elemente bei verschiedenen Böden und auf verschiedenartigen Culturflächen angestellt und mit den jährlichen Ernte-Ergebnissen verglichen werden, damit die Abhängigkeit der Pflanzenproduction von den klimatischen Elementen im Einzelnen erforscht werde.

Die allgemeinen Mittelwerthe aus dem allgemeinen Stationsnetze geben hingegen keine genügenden Anhaltspunkte für einzelne Culturen und für locale Verhältnisse.

4. Die Conferenz schließt sich dem von Hann eingebrachten Antrage an: daß den Regierungen und landwirthschaftlichen Kreisen empfohlen werde, für eine solche Vertheilung agrarmeteorologischer Stationen zu sorgen, durch welche es möglich wird, für wichtigere Culturpflanzen die klimatischen Verhältnisse sowohl in den Gegenden ihres besten Gedeihens als an den äußersten Grenzen ihrer Verbreitung kennen zu lernen.

Bezüglich der einzelnen meteorologischen Elemente ergab die Discussion zur Frage II folgende Resultate:

Temperatur.

5. Ueber die zweckmäßigste Aufstellungs- und Beschirmungsart für Thermometer wird die Anstellung vergleichender Versuche empfohlen.

(Eine Uebersicht der in verschiedenen Staaten üblichen Beschirmungsarten

---

[1]) Vergl. diese Zeitschrift 1880. Bd. III. S. 101—104.

wird vom Bureau der Conferenz nach den zu sammelnden Notizen nachträglich zusammengestellt und versendet werden.)

6. Ueber die Termine täglicher Temperaturbeobachtungen spricht sich die Versammlung dahin aus: daß, wenn nur zwei Ablesungen täglich gemacht werden, jene des Morgens und Abends vorzuziehen seien, wobei aber überdies auch Maximum und Minimum-Ablesungen erforderlich sind.

7. Ueber Insolation werden, nachdem ein ganz verläßliches Actinometer noch nicht bekannt ist, Beobachtungen vorerst nur über die Zeitpunkte, Dauer und verhältnißmäßige Intensität des Sonnenscheines (letztere mittelst lichtempfindlicher Papiere) empfohlen, und zwar für Stationen erster Ordnung. Den fachwissenschaftlichen Instituten wird überdies die Aufgabe als wichtig bezeichnet, ein Actinometer zu construiren, mit welchem auch die durch die Insolation gelieferten Temperaturgrößen gemessen werden können.

8. Die Beobachtungen über Bodentemperaturen sollen mindestens in vier verschiedenen Tiefen zwischen Oberfläche und 1 m unter der Erde angestellt und auf Punkte mit verschiedenen Bodenarten und auch mit verschiedener Bepflanzung ausgedehnt werden, was insbesondere Sache der Land- und Forstwirthe und fachlichen Versuchsstationen wäre.

9. Ueber das Vorkommen von Frösten sind jedenfalls Aufzeichnungen zu führen; über die beste Methode, um solche Beobachtungen in praktisch verwerthbarer Weise anzustellen, sind noch weitere Studien sehr zu empfehlen, dabei jedenfalls Minimum-Thermometer anzuwenden, jedoch solche mit schützender Fassung zu vermeiden.

10. Es erscheint dringend erforderlich, daß die Beziehungen zwischen der Radiation bei wolkenlosem Himmel und der Feuchtigkeit der Luft an den Stationen erster Ordnung zum Gegenstande eingehender Untersuchungen gemacht werden.

Licht.

11. Die Methode photometrischer Beobachtungen sollte insbesondere mit Rücksicht auf die chemische Wirkung des Lichtes durch Versuche an fachwissenschaftlichen Instituten vervollkommnet und die Erlangung eines guten chemisch-photometrischen Apparates angestrebt werden.

Hydrometeore.

12. Die Feuchtigkeitszustände der Luft sollen durch August'sche Psychrometer und Haarhygrometer ermittelt und darüber womöglich dreimal täglich (worunter einmal in den ersten Nachmittagsstunden) Beobachtungen angestellt werden.

Was die anzuwendenden Apparate anbelangt, so empfiehlt die Conferenz, daß vergleichende Versuche mit dem complicirteren Volum-Hygrometer von Schwackhöfer und dem einfacheren von Edelmann in München angestellt werden, um später entscheiden zu können, welches derselben für Stationen erster Ordnung zu empfehlen sei.

Die Stationen niedrigerer Ordnungen sollen sich vorläufig auf August'sche Psychrometer und Haarhygrometer beschränken.

13. Beobachtungen über Verdampfung werden von der Conferenz als wichtig bezeichnet; ein bestimmtes Instrument kann jedoch gegenwärtig noch nicht zur

ausschließlichen allgemeinen Annahme empfohlen werden. Es wird vielmehr als eine naheliegende Aufgabe bezeichnet, entsprechende Apparate zu ersinnen und dabei insbesondere auf solche Rücksicht zu nehmen, mittelst deren nicht nur die Verdampfung aus freien Wasserflächen, sondern auch jene aus verschiedenen Bodenarten im kahlen und bewachsenen Zustande exact beobachtet werden kann. Vorläufig sollen aber die Verdampfungsbeobachtungen nicht etwa unterbleiben, sondern mit den einfacheren der bisher bekannten Instrumente, insbesondere mit solchen, die auf Wägungen beruhen, sowie mit dem Evaporimeter von Piche — mit der von Herrn Cantoni empfohlenen Modification — angestellt werden.

14. Es sind alle Condensationsformen des atmosphärischen Wassers in die Beobachtungen einzubeziehen.

15. Was den Thau anbelangt, so legt die Agrar-Meteorologie Gewicht auf die diesbezüglichen Beobachtungen; vorläufig jedoch kann bei dem Mangel eines vollkommen entsprechenden Apparates nur die genaue Notirung jedes Thaufalles gefordert und das Studium nach Auffindung einer ganz entsprechenden Thaumessungs-Methode empfohlen werden.

Bezüglich der Beobachtungen über Nebel sollen die vom allgemeinen Meteorologen-Congreß seit 1873 angenommenen Normen auch hier gelten.

16. Die Beobachtungen über Regenniederschläge sind in der von dem allgemeinen Meteorologen-Congreß angenommenen Weise auch für agrarmeteorologische Zwecke vorzunehmen.

Auf die Errichtung möglichst zahlreicher Stationen letzter Ordnung, an welchen nur Gewitter und Regen beobachtet werden, muß in agrarmeteorologischer Beziehung großes Gewicht gelegt werden.

17. Bei der Messung von Schnee sind Apparate in Anwendung zu bringen, welche so gestaltet sind, daß der hineingefallene Schnee nicht wieder herausgeweht werden kann.

18. Beobachtungen über die Einsickerung und Verdampfung des Bodenwassers sollen in das System der Agrar-Meteorologie einbezogen werden; dabei sind jedoch Lysimeter keineswegs in Anwendung zu bringen.

(Die von Ebermayer in Bayern neuestens angewendeten Einrichtungen werden von demselben in einer Beilage zu diesem Protokolle kurz beschrieben).

19. Beobachtungen über Richtung und Stärke des Windes sind in der für die allgemeinen meteorologischen Stationen angenommenen Weise anzustellen.

20. Zur Erforschung der klimatischen Eigenthümlichkeiten, durch welche sich Massenvegetationen, wie Wald, Wiese, Moor, Haide, theils von einander, theils von unbewachsenem Lande unterscheiden, ist die weitere Ausbreitung von Parallelstationen, wie die Anfangs in Bayern, dann auch in anderen deutschen Staaten und in der Schweiz errichteten, wünschenswerth.

Für die Waldstationen solcher Parallelpaare empfehlen sich als neu hinzukommend Beobachtungen über die Mengen des an den Stämmen der Waldbäume herablaufenden Wassers.

21. Zur Ermittelung des Einflusses, welchen das Vorhandensein größerer Massenvegetationen, insbesondere von Wäldern, auf das Klima der näheren und weiteren Umgebung übt, empfiehlt sich die Anlage von Radialstationen. Solche Stationen versprechen desto entschiedenere Erfolge, je continentaler die Lage der

betreffenden Gegend ist; in Mitteleuropa also hauptsächlich im östlichen Deutschland, dann in Oesterreich-Ungarn. Bei der Errichtung neuer, besonders aber der Radialstationen, erscheinen Beobachtungen über die Temperatur und Feuchtigkeit unmittelbar über den Baumkronen von besonderer Wichtigkeit.

Referent:

Zu 8. Nach den bisherigen Erfahrungen über die Betheiligung der Landwirthe an wissenschaftlichen Untersuchungen wird behauptet werden können, daß die Agrar-Meteorologie von dieser Seite keine nennenswerthe Förderung zu erwarten haben wird. Nach der unmaßgeblichen Meinung des Referenten geht man viel zu weit, wenn man von dem ausübenden Landwirth die Anstellung umfassender kostspieliger und zeitraubender Beobachtungen und Berechnungen verlangt, welche ihm zunächst einen direkten Nutzen nicht gewähren. Ueberdies bleibt es zweifelhaft, ob die in der Praxis gewonnenen Resultate so verläßlich sind, wie es die Wissenschaft zu fordern hat. In einer so überaus schwierigen und complicirten Frage, wie die vorliegende es ist, dürfte der Schwerpunkt auf eine wissenschaftliche Behandlung derselben zu legen und hauptsächlich auf die Hilfe der eigens zu diesem Zweck zu gründenden Versuchsstationen nicht aber auf diejenige von, in wissenschaftlichen Forschungen wenig geschulten Praktikern zu reflectiren sein.

Zu 8. Für die Ermittelung der Bodentemperaturen empfiehlt Referent die von ihm nach dem *Lamont*'schen Prinzip construirten Bodenthermometer (Zeitschrift d. österr. Ges. f. Met. 1875, Nr. 10). Da das Minimum der Bodentemperatur in den oberen Erdschichten den Beobachtungen des Referenten zu Folge um 6 h. a. m., das Maximum um 6 h. p. m. eintritt, so wären diese Termine die zweckmäßigsten für die Ablesungen, während in 0,75 und 1 m Tiefe letztere nur einmal, am besten um 6 h. p. m. vorzunehmen wären.

Zu 11. Zur Messung der chemischen Intensität des Lichtes möchte Referent das *Marchand*'sche Photantitypimeter empfehlen.

Zu 12. Für agrarmeteorologische Zwecke ist das Volumhygrometer von *Schwackhöfer* wegen seiner complicirten Construction weniger geeignet, als die einfacheren von *Edelmann*[1]) und *Rüdorff*[2]).

Zu 13. Das Evaporimeter von *Piche* scheint dem Referenten für die agrarmeteorologischen Forschungen nach keiner Richtung hin geeignet, weil aus den Angaben desselben kein Schluß auf die Verdunstung aus dem Boden und auf diejenige freier Wasserflächen gemacht werden kann. Zu letzterem Zweck ist auch keiner der übrigen bisher construirten Verdunstungsmesser brauchbar. Referent glaubt, daß es unmöglich sei, ein, in Rücksicht auf die natürlichen Verhältnisse allen Anforderungen entsprechendes Instrument zu construiren, daß aber gleichwohl der Einfluß der einzelnen Factoren auf die Verdunstung mit Hilfe einfacher, der Natur angepaßter Hilfsmittel ziffermäßig festgestellt werden könne. Auf Grund zahlreicher eigener Untersuchungen hält er eine derartige elementare Behandlung des Gegenstandes als am Ehesten zum Ziele führend.

Zu 15. Was den Thau betrifft, so glaubt Referent an der Hand einer größeren Reihe von Versuchen zu der Behauptung berechtigt zu sein, daß die

[1]) Vergl. diese Zeitschrift. 1879. Bd. II. S. 434—436.
[2]) Vergl. diese Zeitschrift. 1880. Bd. III. S. 320—322.

Ursachen der Bildung dieser Condensationsform des Wassers bisher nicht richtig erkannt worden sind, und daß die Thaubildung, was den Niederschlag auf Pflanzen betrifft, auf innere Vorgänge in letzteren zurückzuführen ist. Ist diese Anschauung richtig, wofür Referent demnächst Belege zu bringen gedenkt, so können Thaumesser, wie sie die Herren *Ebermayer* und *Friesenhof* vorgeschlagen haben, keine genauen Angaben liefern. Uebrigens scheint der Thau im Vergleich zu anderen Niederschlägen, wegen der geringen Wassermenge, welche er liefert, für das Leben der Pflanze von nur geringer Bedeutung zu sein.

Zu 16. Auf Grund verschiedener Beobachtungen hält Referent dafür, daß durch die vom allgemeinen Meteorologen-Congreß vorgeschlagenen Regenmesser nicht vollständig verläßliche Angaben gewonnen werden können, weil die Auffangfläche zu klein ist und die Resultate wesentlich von der Art der Aufstellung dieser Instrumente abhängig sind. Comparative Untersuchungen in Bezug hierauf wären sehr angezeigt, namentlich in Rücksicht auf die Bedürfnisse der Agrar-Meteorologie.

Zu 18. Referent kann sich mit den Ausführungen des Herrn *Ebermayer* nicht einverstanden erklären, da er die von letzterem angeführten Gründe gegen die Brauchbarkeit der Lysimeter als nicht stichhaltig ansehen muß. In Ansehung, daß bisher eine große Zahl von Untersuchungen mit diesen Instrumenten ausgeführt wurde, wäre es im hohen Grade erwünscht gewesen, wenn Herr *Ebermayer* für seine Behauptung, daß der Boden in den Lysimetern wesentlich feuchter sei, als der in der Umgebung derselben gelegene Boden von derselben Beschaffenheit, einen ziffermäßigen Beleg geliefert hätte. Abgesehen hiervon läßt sich zeigen, daß die Lysimeter die von Herrn *Ebermayer* gerügten Mängel nicht in dem angegebenen Umfange besitzen, daß sie zu vergleichenden Versuchen sehr wohl geeignet sind, und daß die von Herrn *Ebermayer* angewandte Methode nicht fehlerfrei ist und sich ebenfalls nur zur Gewinnung von Relativ- nicht absoluter Zahlen eignet.

Was ersteren Punkt betrifft, so behauptet Herr *Ebermayer*, daß die Erde in den Lysimeterkästen feuchter sei, als außerhalb derselben, weil die Wände der Apparate die horizontale kapillare Leitung des Wassers hinderten. Die Richtigkeit dieser Behauptung läßt sich nicht bestreiten, dennoch läßt sich der Beweis führen, daß deswegen der Boden in den Lysimetern nicht mehr Wasser besitzen muß, als der in der Umgebung der Apparate, denn wenn sich aus einer Bodenschicht von bestimmten Volumen oder Querschnitt Wasser horizontal auf kapillarem Wege fortbewegt, so wird es unter natürlichen Verhältnissen aus der Umgebung in derselben Weise wieder ersetzt. Es wird also die Wassermenge in dem Boden durch die in horizontaler Richtung erfolgende kapillare Leitung nicht alterirt. Wäre dies der Fall, so müßte dadurch eine Entwässerung eintreten, und es ist nicht abzusehen, wo der sich hierbei ergebende Ueberschuß von Wasser sich hinbegeben soll.

Weiters glaubt Herr *Ebermayer* annehmen zu sollen, daß die Wände der Lysimeter die nöthige Luftcirculation in dem von ihnen eingeschlossenen Boden hinderten. Auch dies möchte Referent bestreiten, denn die durch Temperaturdifferenzen, durch Luftdruckschwankungen, namentlich aber durch die saugende Wirkung des Windes herbeigeführten Luftströmungen erfolgen in vertikaler Rich-

tung und können daher unmöglich durch die in gleicher Richtung verlaufenden Lysimeterwände unterbrochen werden. Es läßt sich eher annehmen, daß der Boden in den Lysimetern besser durchlüftet sei, als derjenige unter natürlichen Verhältnissen, weil sich unter dem Siebboden, auf welchem die Erde ruht, eine größere Luftschicht findet, welche durch die Abflußröhre mit der Luft in den von den Apparaten seitwärts gelegenen Gruben in Verbindung steht.

Wenn der Boden in den Lysimetern zuweilen feuchter erscheint als der in der Nähe gelegene, so ist die Ursache hiervon in anderen als den von Herrn *Ebermayer* angeführten Umständen zu suchen. Die gewöhnlich locker eingefüllte Erde der Lysimeter besitzt eine größere Wasserkapacität als die feste in der Umgebung, wegen größeren Porenvolumens. Außerdem ist zu berücksichtigen, daß bei dem Einsenken der Lysimeter ein größeres Loch in die Erde gegraben werden muß, welches weiterhin nicht wieder so fest eingefüllt werden kann, wie ursprünglich und daher drainirend auf seine Umgebung wirkt.

Was die auf der forstlichen Versuchsstation in München in Anwendung gebrachte Vorrichtung betrifft, so hat dieselbe zwar das vor den Lysimetern voraus, daß wegen der größeren Fläche die Versuchsfehler vermindert werden, aber dieselbe beseitigt nicht die den Lysimetern nachgesagten Mängel, im Gegentheil wird dadurch die Ansammlung des Wassers im Boden gefördert, statt verringert. Da die aus Cement hergestellte Sohle mit Ausnahme der in der Mitte gelegenen Ausflußöffnung vollständig undurchlässig ist, so wird sich das Sickerwasser auf derselben ansammeln und da es nicht unmittelbar abgeführt wird, sondern langsam (und zwar um so langsamer, je bindiger der Boden ist) auf den geneigten Flächen der Sohle zwischen den Bodenpartikelchen nach dem Abfluß fortbewegt, die Erde in den tieferen Schichten stark durchnässen. Von dem Vorhandensein solcher Mißstände hat sich Referent mehrfach zu überzeugen Gelegenheit gehabt bei Bodenkästen, welche den von Herrn *Ebermayer* angewendeten ähnlich, aus Holz construirt waren. Nach seinen Erfahrungen glaubt Referent annehmen zu sollen, daß es zur Beseitigung der bezeichneten ungünstigen Verhältnisse zweckmäßig wäre, an der Stelle, wo die Wände des Kastens in die Sohle übergehen, einen horizontal gelegenen Siebboden[1]) anzubringen und die Erde auf diesem, statt auf der Sohle direkt auflagern zu lassen.

Nicht ganz unbedenklich für die Zuverlässigkeit der Resultate scheint dem Referenten die Art der Construction der Wände der *Ebermayer*'schen Bodenkästen zu sein, welche nach der Beschreibung zu urtheilen nicht ganz undurchlässig für Wasser sind und sowohl einen Austritt von Wasser nach Außen wie unter Umständen einen Zufluß aus dem Boden der Umgebung möglich machen.

Fraglich bleibt es ferner, ob die mit einem Regenmesser von nur 500 qcm Auffangfläche ermittelte Niederschlagsmenge bei den Berechnungen der Infiltrationsfähigkeit und Verdunstung der in den Kästen enthaltenen Böden zu Grunde gelegt werden kann[1]).

Im Uebrigen läßt sich behaupten, daß sich mit Hilfe der Bodenkästen des Herrn *Ebermayer* ebenso wie mit Lysimetern nur die relativen Unterschiede in der Durchlässigkeit verschiedener Böden feststellen lassen, da die Erde in den

[1]) Vergl. The Rothamsted agricultural Experiment-Station „The Gardners Chronicle". 22. Sept. 1877.

Kästen eine andere mechanische Beschaffenheit besitzt als im natürlichen Zustande[1]).

Zu 20. Bei den Regenmessungen über den Baumkronen hält es Referent für unbedingt nothwendig, daß die Regenmesser auf der Waldstation genau in derselben Höhe wie auf der Freilandstation aufgestellt und, in Rücksicht auf die bezüglichen jedenfalls geringen Unterschiede in den Niederschlagsmengen, mit einer möglichst großen Auffangfläche versehen werden.

Frage III.

Inwiefern und wie können die meteorologischen Observatorien und Stationen ohne Schädigung ihrer anderen Zwecke auch diese Beobachtungen in den Kreis ihrer Thätigkeit aufnehmen?

Nach einer kurzen Bemerkung des Herrn *Lorenz* in dem Sinne, daß die Vertreter der Agrar-Meteorologie nicht die Absicht haben können und dürfen, an Exactheit der Methoden hinter den Vertretern der allgemeinen Meteorologie zurückzubleiben und eine Art von Aftermeteorologie zu treiben, daß es sich vielmehr nur darum handle, die für die Land- und Forstwirthschaft wichtigen Fragen stets in Evidenz zu halten und speziell dasjenige zu thun, was zur Lösung ebensolcher Fragen erforderlich erscheint, wird auf den Antrag von Herrn *Bruhns* folgende Resolution angenommen.

22. Die Conferenz hält es in Anbetracht der vorbezeichneten Aufgaben der Agrar-Meteorologie für sehr wünschenswerth, daß wenigstens in größeren Staaten und wo entsprechende Einrichtungen nicht bereits getroffen sind, eigene Central-Institute für land- und forstwirthschaftliche Meteorologie errichtet werden, welche die Aufgaben dieses Beobachtungszweiges im Auge behalten, zur Completirung der noch vielfach mangelhaften Beobachtungsmethoden beitragen, untergeordnete Stationen errichten oder deren Einrichtung anregen und Private oder Gesellschaften etc. bei der Errichtung und Führung solcher Stationen unterstützen, die Arbeiten derselben controliren, die betreffenden Daten sammeln und verwerthen sollen.

Diese Spezial-Institute sollen jedoch mit den allgemeinen meteorologischen Central-Anstalten insbesondere bezüglich der kritischen Auswahl der Beobachtungsmethoden sowie wegen der Publikationen in Beziehung bleiben.

Die Section gelangt nun zur Behandlung der

Frage IV.

Wäre es nicht nützlich, für allfällig zu diesem Zweck einzurichtende besondere Beobachtungen, wie z. B. für phänologische Beobachtungen, eine gemeinsame Instruction aufzustellen?

Herr *Mascart* betont die Nothwendigkeit einer angemessenen Einschränkung in der Anzahl der zu beobachtenden Spezies und nachdem er auf die einzelnen mehr oder minder trefflichen, von einander abweichenden Instructionen verwiesen hat, welche in den verschiedenen Ländern bezüglich der phänologischen Beobachtungen bestehen, wird auf Antrag des Herrn *Ebermayer* beschlossen, daß dieser

[1]) *Lawes* und *Gilbert* haben bekanntlich hierauf Rücksicht genommen und in Rothamsted drei Durchsickerungsmesser (draingauges) von derselben Größe und Anordnung wie die *Ebermayer*'schen mit dem Boden in seiner natürlichen Dichtigkeit gefüllt. a. a. O.

Gegenstand bei der gegenwärtigen Versammlung nicht im Detail durchberathen, sondern einer engeren Commission überwiesen werde. Hierüber wird folgende Resolution gefaßt:

23. Die Conferenz hält es für angemessen, den Entwurf einer gemeinsamen Instruction für phänologische Beobachtungen, welchem eine Vergleichung und Sichtung der schon in den meisten Ländern bestehenden Instructionen vorausgehen muß, einem besonderen engeren Comité zu übertragen, welches, aus drei Mitgliedern bestehend, den Gegenstand im Correspondenzwege behandeln und jedenfalls darauf Rücksicht nehmen soll, daß die Beobachtungen auf eine nicht zu große Anzahl von Pflanzen ausgedehnt, in erster Linie auf Getreide und Futterpflanzen, in zweiter Linie auf die wichtigeren Wald- und Nutzbäume und erst in dritter Linie auf andere landwirthschaftliche Nutzpflanzen und Erscheinungen im Thierleben gerichtet werden.

Referent:

Sollen die Resultate der phänologischen Beobachtungen zur Charakterisirung des Klimas benutzt werden, so sind hierzu die Nutzpflanzen wenig geeignet, weil das Wachsthum derselben, namentlich aber der Eintritt und Verlauf der verschiedenen Entwickelungsphasen nicht allein vom Klima, sondern auch von den bei dem Anbau angewendeten Operationen abhängig ist. Es dürfte daher zweckmäßig sein, zu dem bezeichneten Zweck nur die Erscheinungen im Leben gewisser wildwachsender Pflanzen zu berücksichtigen.

Handelt es sich jedoch darum, vermittelst der phänologischen Beobachtungsresultate den Einfluß des Klimas auf das Wachsthum der Nutzpflanzen festzustellen, so ist dabei, abgesehen von der theilweisen Abhängigkeit desselben von den Culturmethoden, hauptsächlich die außerordentlich complicirte Wirkung der klimatischen Factoren in Betracht zu ziehen und in Rücksicht hierauf eine möglichst gründliche Untersuchung dringend geboten. Vor Allem wird man sich hüten müssen, die Vegetationsstadien von einem einseitigen Standpunkt aus charakterisiren zu wollen, wie es z. B. bisher geschehen ist bei Aufstellung der sogen. „Wärmesummen“ oder „thermischen Vegetationsconstanten“. Die Wärme ist gewiß einer der wichtigsten Vegetationsfactoren, dennoch läßt sich ihre Wirkung auf die Pflanzen nicht durch eine bestimmte Zahl ausdrücken, weil sie nicht die einzige Ursache der Wachsthumsvorgänge ist. In der That sind alle Bemühungen in bezeichneter Richtung mehr oder weniger erfolglos geblieben, was auch nicht zu verwundern ist, da die meisten Beobachtungsmethoden überdies in vielfacher Beziehung durchaus mangelhaft waren.

In der zweiten Section wurde behandelt

Frage V.

Können gegenwärtig mit einiger Aussicht auf Erfolg die meteorologischen Central-Anstalten Wetterprognosen zum Nutzen der Landwirthschaft herausgeben, und wie ist im Bejahungsfalle dieser Dienst zu organisiren, um den Zweck möglichst vollständig zu erreichen?

In der Discussion über diese Frage, an welcher sich die Herren *Neumayer, Tacchini, Billwiller, Friesenhof, Oborny, Richter* betheiligen, wird hauptsächlich

geltend gemacht, daß es wünschenswerth und namentlich im Interesse der Bodencultur gelegen sei, wenn die Wetterprognosen auf längere Zeiträume (4—5 Tage) ausgegeben würden, wie dies demnächst von der deutschen Seewarte geschehen werde *(Tacchini)*. Es wurde ferner bemerkt *(Friesenhof)*, daß die Meteorologie nicht in der Lage sei, allen Anforderungen der praktischen Landwirthe gerecht zu werden. In Bezug hierauf ist namentlich das an den Congreß schriftlich eingereichte Exposé des Herrn *Hann* beachtenswerth, welches wir, weil es die Witterungsverhältnisse näher bezeichnet, welche sich vorläufig, vielleicht für immer, der Prognose entziehen, unsern Lesern nicht vorenthalten möchten.

Herr ***Hann*** sagt:

„Es scheint mir gegenwärtig die Besorgniß nahe zu liegen, daß von Seite der meteorologischen Institute in der wohlgemeinten Absicht, den Witterungsdienst zu Gunsten der Landwirthschaft einer rascheren Organisation und größeren Ausdehnung entgegenzuführen, den betheiligten landwirthschaftlichen Kreisen — ich möchte sagen stillschweigend — weitergehende Versprechungen zugestanden werden, als sie sich hinterher werden erfüllen lassen.

Es wurden z. B. in der Conferenz der Meteorologen, Vertreter landwirthschaftlicher Vereine, der Presse u. s. w., die am 12. und 13. September 1878 zu Cassel tagte, die Ansprüche der deutschen Landwirthschaft an eine nützliche Wetterprognose folgendermaßen formulirt:

«Obwohl die Kenntniß der bevorstehenden Witterung im Allgemeinen angenehm und auch den deutschen Landwirthen von Nutzen sein kann, so haben dieselben ein erhebliches Interesse doch nur an der Vorhersage der Niederschläge (Strichregen mit oder ohne Wind, Gewitterregen, regnerische Witterung, Landregen, Hagelschläge).

Dann der Stürme und Nachtfröste.

Bei der Vorhersage sind alle unbestimmten und zweideutigen Ausdrücke, z. B. ‚veränderlich', möglichst zu vermeiden.

Es ist für die Landwirthe in hohem Grade wichtig, Andeutungen über die bevorstehende Menge der Niederschläge oder der Dauer der Regenzeit und der Fortdauer des betreffenden Wetters zu erhalten».

Von allen diesen Ansprüchen kann die jetzige Witterungsprognose eigentlich nur einem gerecht werden, das ist die Prognose der Stürme, von welchen aber die lokalen Gewitterstürme, welche örtlich große Verwüstungen anrichten können wieder ausgeschlossen werden müssen.

Die Forderung, Hagelschläge vorauszusagen, kommt fast gleich der Forderung, vorher anzugeben, in welche Häuser bei einem prognostizirten Gewitter der Blitz einschlagen werde. So selbstverständlich dies scheint, muß man es den Landwirthen doch direkt sagen, daß eine Hagelprognose zu fordern gegenwärtig noch (und vielleicht für alle Zeiten) ein Unding ist.

Kaum besser steht es mit der Forderung, Andeutungen über die Menge der Niederschläge zu geben. Wir sind überhaupt gegenwärtig erst in wenigen Fällen im Stande, das Eintreten der Niederschläge überhaupt mit einiger Sicherheit zu prognostiziren, von Andeutungen über die Quantität derselben kann keine Rede sein.

Ich erinnere hier an die Wolkenbrüche in der Ober-Lausitz um die Mitte

des Juni dieses Jahres. Es zeigte sich damals allerdings durch circa 3 Tage: 12., 13. und 14. Juni (ich citire aus der Erinnerung, der Fall ist ohnehin gut bekannt) ein seichtes Minimum des Luftdruckes über Deutschland, das sich durch drei Tage ziemlich constant erhielt. In den Wetterprognosen der deutschen Seewarte würde man aber vergeblich nach einer Andeutung des drohenden Unglücks suchen. Das fällt aber nicht im mindesten dem rasch berühmt gewordenen Institute zur Last, dessen Prognosen völlig auf der Höhe unseres gegenwärtigen Wissens standen, sondern der Unvollkommenheit dieses letzteren. Die Niederschläge waren damals nicht einmal lokal, sondern sehr verbreitet; es gab Regengüsse und Ueberschwemmungen fast in ganz Deutschland. Am dritten (?) Tage erst, bevor das Minimum sich plötzlich rasch nach NE fortbewegte, trat das Unheil in der Ober-Lausitz ein. (Die Ueberschwemmungen vom 4. und 5. August, dann vom 13. bis 15. zuerst in Schlesien, dann auch in Böhmen, Ober- und Nieder-Oesterreich könnten seither als weiteres Beispiel dienen.) Wir sind gegenwärtig nur im Stande, die Niederschläge im Gefolge des Vorüberganges einer größeren Barometer-Depression mit einiger Wahrscheinlichkeit anzudeuten, obgleich auch diese örtlich ausbleiben können.

Die Niederschläge in Folge kleiner lokaler Depressionen und alle Niederschläge einer lokalen aufsteigenden Bewegung der Luft — und gerade diese sind im Sommer die zahlreichsten, meist heftigsten und für den Landwirth wichtigsten — entgehen völlig unserer Voraussicht. Da die Niederschläge einer lokalen aufsteigenden Bewegung der Luft durch die Vertheilung der Wärme und Feuchtigkeit in vertikaler Richtung und nicht durch merkliche Barometer-Unterschiede an der Erdoberfläche bedingt werden, so dürfte noch viele Zeit vergehen, bis wir einigermaßen erhebliche Fortschritte auch in dieser Richtung der Prognosen gemacht haben werden.

Von den Gewittern bleiben die zahlreichen „Wärmegewitter" (nach *Mohn*'s Terminologie) des Sommers von den Prognosen gänzlich ausgeschlossen, denn mit der Andeutung: „Neigung zur Gewitterbildung", ist dem Landwirth nicht gedient.

Worauf man bisher, wie mir scheint, bei den Witterungsprognosen noch zu wenig Rücksicht genommen hat, ist die von Herrn *Köppen* zuerst besonders hervorgehobene Tendenz zur Erhaltung eines einmal zur Herrschaft gelangten Witterungscharakters. Die vorausgegangene Witterung hat einen bestimmenden Einfluß auf die kommende, so daß die Kenntniß der Vertheilung des Luftdruckes in einem gegebenen Moment nicht die alleinige Grundlage der Prognose bilden darf.

Ich habe mit diesen Bemerkungen nur der Besorgniß Ausdruck geben wollen, daß es leicht geschehen könnte, auf dem höchst schwierigen Terrain der Wetterprognose für Landwirthe letzteren in gut gemeinter Absicht zu weit gehende Zusicherungen zu machen, welche hinterher von einem der ganzen so wichtigen Angelegenheit verderblichen Rückschlag gefolgt werden könnten, wenn die Landwirthe in ihren begreiflicherweise noch weitergehenden Erwartungen für die Praxis sich enttäuscht fühlen würden." —

Weiters wurde ausgeführt (*Billwiller*), daß trotz der noch zur Zeit, wie vorstehend geschildert, bestehenden Mängel die Trefferwahrscheinlichkeit eine solche Höhe erlangt habe, daß darin eine anerkennenswürdige Leistung gefunden werden müsse und deshalb die meteorologischen Institute den Wetterprognosen ihre volle

Aufmerksamkeit zuzuwenden hätten. Der in diesem Sinne verfaßte Antrag des Herrn *Neumayer* wird mit allen Stimmen angenommen (siehe sub 24).

Die Herren *Oborny* und *Richter* machen darauf aufmerksam, daß es in hohem Grade erwünscht sei, wenn zur Erweckung des Verständnisses für die Wichtigkeit des Gegenstandes belehrende populäre Darstellungen der Grundsätze, auf denen die ertheilten Wetterprognosen beruhen, hergestellt und in den Kreisen der Landwirthe verbreitet würden.

Die Resolution 25 giebt diesem Wunsche Ausdruck.

Nachdem noch die Herren *Langer* und *Oborny* auf das bestehende Institut der landwirthschaftlichen Wanderlehrer aufmerksam gemacht haben, beantragen sie, daß selbe von der Regierung den speziellen Auftrag erhalten sollten, bei ihren Wandervorträgen auch das Gebiet der Wetterprognosen zu berücksichtigen.

Beschlüsse zur Frage V:

24. Die Conferenz ist der Ansicht, daß sich die meteorologischen Institute der Forderung des praktischen Lebens nach Witterungsaussichten (Wetterprognosen), ungeachtet der noch bestehenden Schwierigkeiten, nicht mehr entziehen können.

25. Die Conferenz wolle den Vertretern der Meteorologie in den einzelnen Ländern empfehlen, eine populäre Darstellung der Grundsätze, auf denen die ertheilten Wetterprognosen beruhen, zur Belehrung der Landwirthe herstellen zu lassen.

Neue Litteratur.

J. R. Lorenz von Liburnau. **Uebersicht der neuesten Arbeiten und Publikationen über die Beziehungen zwischen Wald und Klima.** Verhandlungen des österr. Forstcongresses 1880. Wien 1880. *Fæsy & Frick.* S. 4—18.

Die Art und Weise, wie sich die dabei interessirten Kreise in den verschiedenen Staaten zur Frage über die Beziehungen des Waldes zum Klima verhalten, ist unverkennbar, wenigstens theilweise, abhängig von der geographischen Lage der betreffenden Staaten. In den westlichsten Ländern Europas, wo das oceanische Klima ohnehin eine Ueberfülle von Luftfeuchtigkeit und Niederschlägen mit sich bringt und wo überdies bereits die Waldfläche auf ein Minimum herabgesunken ist (wie z. B. Großbritannien nur 4,7 %, Irland 1,7 %, Dänemark 6,4 %, Holland 7,2 % der Landfläche mit Wald bestockt hat, ohne daß dort von einer zunehmenden Trockenheit die Rede wäre), interessirt man sich für diese Frage sehr wenig; weiter östlich, in Frankreich und dem westlichen Deutschland, steht man der Frage zwar nicht gleichgiltig, aber wenigstens sehr skeptisch gegenüber und es dürfte dort fast die überwiegende Ansicht dahin gehen, daß ein praktisch belangreicher Einfluß des Waldes auf das Klima seiner weiteren Umgebung kaum nachzuweisen sei; noch weiter im Osten, im östlichen Deutschland und in Oesterreich herrscht umgekehrt, wenigstens unter den Forstwirthen die Auffassung vor, daß dem Walde ein wesentlicher Einfluß auf das Klima zugeschrieben werden müsse, und wenn sich auch gegentheilige Stimmen erheben, werden sie wenigstens heftig bekämpft. Noch weiter im Osten, in Rußland, ist man im Allgemeinen entschieden geneigt, dem Walde einen großen Einfluß auf die klimatischen Verhältnisse zu vindiciren. Endlich gilt dasselbe auch von dem Gebiete der nordamerikanischen Freistaaten, welches mit dem inneren und östlichen Rußland ein vorwiegend trockenes Klima theilt.

Warum sich solchergestalt die vorherrschende Ansicht nach der geographischen Länge gewissermaßen abstuft, ist nicht schwer zu erklären. Denn wenn der Wald den ihm von competentester Seite zugeschriebenen Einfluß auf die Vermehrung der Luftfeuchtigkeit, auf bessere Vertheilung der Niederschläge und auf Temperaturmilderung wirklich besitzt, so muß dieser Einfluß doch verschwindend klein oder stark maskirt sein in jenen Ländern, welche auch ohne oder mit nur wenig Wald aus anderen Gründen große Luftfeuchtigkeit und eine milde Temperatur besitzen; dagegen muß jener Einfluß desto mehr hervortreten, je mehr ein Land vermöge seiner continentalen Lage zu größerer Trockenheit und größeren Temperaturextremen geneigt ist.

Ersteres ist aber der Fall in den nordöstlichen Küstenstaaten Europas, letzteres gilt von den osteuropäischen und den sich daran schließenden asiatischen Gegenden. Wir sehen also, daß die Fachmänner der verschiedensten Staaten

hauptsächlich nach demjenigen urtheilen, was sie bei sich selbst erfahren und beobachtet haben, daß dies aber nicht maßgebend für die ganze Welt sein kann. Hieraus ergiebt sich die weitere Folgerung, daß die Frage überhaupt nicht durch einen einzigen Satz für die ganze Erde gelöst werden kann, daß vielmehr die Lösung für die verschiedenen Gegenden verschieden lauten werde.

Die eben gemachten allgemeinen Andeutungen sollen nun durch einige nähere Angaben aus den wichtigsten Staaten Europas und aus Amerika bestätigt werden.

In Großbritannien und Irland selbst werden eingehende Studien über die Wald- und Klimafrage fast gar nicht angestellt; das Wasser interessirt in diesen regenreichen Gebieten hauptsächlich als Motor für die Industrie und als Träger von Lasten, weshalb die hydraulischen Fragen immer im Vordergrund stehen und die klimatologischen Untersuchungen, z. B. die so zahlreichen Regenmessungen (an mehr als 2000 Stationen) hauptsächlich entweder aus rein wissenschaftlichen oder aus hydrotechnischen Gesichtspunkten bearbeitet werden. Dagegen finden sich fast in allen Colonieen Englands, so insbesondere im Capland, in Australien, West- und Ostindien sowohl Fachmänner als Dilettanten, welche mit der den Engländern gewöhnlichen Energie, mitunter wohl auch Voreingenommenheit, die Frage behandeln, ob und inwiefern durch Entwaldungen, die in den meisten Colonieen stattgefunden haben, das Klima beeinflußt worden sei, oder noch praktischer aufgefaßt, ob gewisse ungünstige klimatische Erscheinungen, insbesondere Dürre und Mißwachs, die man hie und da in letzterer Zeit beobachtet hat, auf die stattgefundenen Entwaldungen zurückzuführen seien oder nicht. Verschiedene Abhandlungen geben hievon Zeugniß, z. B. zwei Werke von *John Croumbie Brocon*: „Hydrology of South-Africa“ (Wasserkunde von Süd-Afrika), dann „Forests and moisture“ (Wälder und Feuchtigkeit); *Markham's* „On the effects of the distruction of forests in Western Ghauts of India on the watersupply“ (Ueber die Wirkung der Entwaldungen in den westlichen Ghauts von Indien auf den Wasserreichthum); *J. Fox Wilson's* „Water-supply in the bosom of the River Orange South-Africa“ (Wasserverhältnisse im Becken des Orange-Flusses); *Clarke:* „Effects of forest vegetation on Climate“ (Wirkung der Waldvegetation auf das Klima) aus Neu-Süd-Wales; verschiedene Abhandlungen von *Dixon* und zahlreiche Aufsätze in den besseren Journalen aller Colonieen. Außer den schon genannten Ländergebieten werden von englischen Autoren noch Nord- und Süd-Amerika, Barbadoes, Jamaica, Mauritius, die Sandwichs-Inseln, Ascension, die Maldon-Insel im Stillen Ocean u. s. w. zum Gegenstand heftiger Discussionen über die Frage des klimatischen Einflusses der Wälder gemacht, leider nur selten nach wissenschaftlicher, zu sicheren Resultaten führender Methode. Sehr instructiv ist da unter Anderem ein Bericht im „Journal and Proceedings of the Royal society of New-South-Wales 1876“ über einen Vortrag von *Clarke* und die sich daranschließende Discussion. Da sitzen in Sidney Männer beisammen, deren jeder in zwei bis vier Welttheilen sich aufgehalten und umgesehen hat, und jeder von ihnen ruft wieder ein halb Dutzend anderer Männer von eben so umfassender Erfahrung als Zeugen für seine Ansichten an; aber sie alle zusammen kommen zu keinem unbestreitbaren exacten Resultate, jeder verbleibt bei seiner Meinung, weil jeder nur von lokalen und zufällig gemachten oder überkommenen, nicht systematisch angelegten und streng wissenschaftlich durchgeführten Beobachtungen

ausgeht und seine lokal ganz richtigen Resultate verallgemeinern will. Der Eine weiset darauf hin, daß selbst kleine, inmitten des Oceans gelegene Inseln, wie Ascension, Maldon-Island und andere nur so lange sie bewaldet sind Regen empfangen, daß aber nach der Entwaldung vermöge der vom kahlen Boden aufsteigenden stark erwärmten Luftströmung die Regenwolken vorübergehend aufgezehrt werden, so daß es ringsum regnet, nur nicht auf solchen Inseln. Ein Anderer führt dagegen Beispiele an, daß ungeachtet großer Waldverwüstungen in anderen Gegenden derselben Zone doch keine Verminderung der Niederschläge, ja sogar hie und da eine Vermehrung derselben eingetreten sei u. s. w. Dieser Kampf wird ohne Entscheidung so lange fortdauern, bis man es aufgeben wird, die ganze Frage allgemein, für die ganze Welt in einer einzigen Formel lösen zu wollen, während doch nur die lokalen Factoren den Ausschlag geben.

Aehnlich wie im europäischen Großbritannien ist es in Holland und in den skandinavischen Staaten, d. h. die Wald-Klima-Frage interessirt nicht sehr, nur von Schweden weiß man, daß es in neuester Zeit Spezial-Stationen nach dem Muster der bayerischen und deutschen, nämlich je eine Wald- und eine dazu gehörige Freiland-Station errichtet hat, die jedoch nur auf drei Punkte beschränkt sind: nämlich Westergölland, Schonen und Upland.

Diese Stationen bestehen erst so kurze Zeit, daß darüber noch nichts publizirt wurde.

In Frankreich betheiligen sich schon sehr lange Meteorologen, Physiker, Forstleute und Ingenieure mit großem Eifer an der Lösung der Frage über den Einfluß des Waldes auf das Klima und insbesonders auf die Regenmenge; noch mehr aber interessirt man sich dort in allen betheiligten Kreisen für den Einfluß des Waldes auf die **Abfuhr** der Gewässer und folglich auf das Regime der Flüsse. Die meisten größeren Arbeiten, welche über diesen Gegenstand in Frankreich in letzterer Zeit erschienen sind, fassen daher auch die Sache mehr vom hydrotechnischen Standpunkte aus auf, und die vorwiegende Ansicht der Fachmänner scheint darauf zu gehen, daß (wenigstens in Frankreich selbst) der Wald nur einen sehr unbedeutenden Einfluß auf die Vermehrung des Regens, dagegen einen größeren auf die Art der Abfuhr der Gewässer habe Selbst das letztere wird übrigens von einigen Autoritäten, wie z. B. *Surell*, mit großem Scharfsinn bestritten und die größte Wirkung der Gestaltung des Terrains zugeschrieben, während wieder Andere, wie *Belgrand* in seinem berühmten Buche über die Seine, ein größeres Gewicht auf die geologische Beschaffenheit des Bodens legen. Die großen Zweifel über den in Rede stehenden Einfluß der Wälder hat unter den französischen Fachmännern schon im Jahre 1857 *Vallés* erregt, mit einem Werke über die Ueberschwemmungen und deren Ursachen, worin er in der absprechendsten Weise jeden wesentlichen Einfluß des Waldes auf das Klima leugnet und obwohl er durch seine weitgehenden Behauptungen manchen Widerspruch sowohl in Frankreich als insbesonders auch in der Schweiz provocirt hat, neigt sich doch unverkennbar in Frankreich die Majorität der mit diesem Gegenstande beschäftigten Schriftsteller dahin, wie schon früher gesagt, dem Walde zwar einen gewissen Einfluß auf die Wasserabfuhr und einen geringen auf das Klima der Umgebung einzuräumen. Von forstlicher Seite sind eingehendere Studien auf Grund bestimmter Versuche angestellt und publizirt worden

durch den Director der Forstlehranstalt in Nancy, Herrn *Matthieu*, und durch den französischen Forstmann *Fautrat*. Beide Arbeiten sind erst bei Gelegenheit der Pariser Weltausstellung im Jahre 1878 officiell veröffentlicht worden. Das Resultat derselben geht hauptsächlich dahin, daß eine, in Ziffern ausgedrückt, allerdings nur unbedeutende Wirkung des Waldes auf die Vermehrung der Niederschläge über dem Walde selbst sich herauszustellen scheint. Ein officielles, fest bestimmtes System von Stationen oder Beobachtern in Angelegenheit der Wald- und Klimafrage existirt in Frankreich nicht; es sind bisher nur einzelne Männer, welche für bestimmte Zwecke an beschränkten Lokalitäten derlei Beobachtungen angestellt haben; aber es ist erfreulich zu sehen, daß in neuerer Zeit den ombrometrischen Beobachtungen immer mehr Rechnung getragen wird, so daß z. B. der französische Oberforstrath *Demontzey* speziell für die Zwecke seiner Studien über Aufforstung und Berasung schon seit etwa 20 Jahren ein ausgedehntes Netz ombrometrischer Stationen in seinem Amtsgebiete (Boucher du Rhone) errichtet hat, um in's Reine zu kommen über die Wasserquantitäten, welche vor und nach den Aufforstungen oder Berasungen jedem der dortigen Sammelgebiete von Bächen und Flüssen zukommen.

Gehen wir auf das Gebiet der Schweiz, so finden wir auch hier sehr vorwiegend Ingenieure mit der Frage beschäftigt, welche klimatische und hydrologische Wirkungen die Wälder hervorbringen. Die dortige Auffassung ist insbesonders in einer Broschüre von *Robert Lauterburg*, Ingenieur in Bern, über den Einfluß der Wälder auf die Quell- und Stromverhältnisse der Schweiz ausgesprochen. Von forstlicher Seite besteht ein regelmäßiges System forstlich-meteorologischer Anstalten bisher nur im Canton Bern; es sind daselbst drei Paare von Stationen (je eine Wald- und eine Freiland-Station) in Pruntrut, dann im Löhrwald bei Bern und endlich bei Interlaken errichtet und der Hauptsache nach so eingerichtet wie die *Ebermayer*'schen in Baiern. Die Resultate werden regelmäßig publizirt unter dem Titel: „Beobachtungs-Ergebnisse der im Canton Bern zu forstlichen Zwecken errichteten meteorologischen Stationen“; sie geben bisher in Bezug auf die Wald- und Niederschlagsfrage noch kein vollständig entscheidendes Resultat.

Für Deutschland ist der ältere Stand unserer Frage in der Einleitung zu *Ebermayer*'s bekanntem Werke über die physikalischen Einwirkungen des Waldes auf Luft und Boden dargelegt. Gegenwärtig steht die Sache in fachlicher Beziehung noch so ziemlich auf demselben Standpunkt, auf welchen sie *Ebermayer* gebracht hatte, d. h. die Anlage der Stationen ging in Deutschland bisher nach dem Muster der baierischen Stationen vor sich; nur die Ausdehnung des Beobachtungsnetzes ist größer geworden, indem Preußen, dann die Reichslande, ferner Sachsen, Baden und Württemberg ähnliche Beobachtungssysteme einführten und mit mehr oder weniger Consequenz fortführten. Eigene Jahresberichte in regelmäßiger Folge bietet bisher nur das periodische Werk unter dem Titel: „Beobachtungs-Ergebnisse der im Königreiche Preußen und in den Reichslanden bestehenden forstlich-meteorologischen Stationen“, redigirt von *Müttrich* in Neustadt-Eberswalde. Die Zahl dieser Stationen beträgt 14 Paare, d. h. je eine Wald- und Freiland-Station; der letzte dieser Berichte trägt die Jahreszahl 1880 und betrifft das Gegenstandsjahr 1878. In den anderen deutschen Ländern werden die Beobachtungs-Ergebnisse meist nur in wöchentlichen oder monatlichen

Uebersichten und zwar in Zeitschriften publizirt, bis jetzt aber nicht zu größeren, selbständigen Werken vereinigt. Es steht jedoch eine strammere einheitlichere Gestaltung des forstlich-meteorologischen Beobachtungswesens in ganz Deutschland bevor.

Im Jahre 1878 fand nämlich auf officielle Veranlassung eine Berathung zwischen *Ebermayer* und *Müttrich* in Neustadt-Eberswalde statt, zum Zwecke der Vereinbarung eines gemeinsames Planes, welchem beizutreten die Fachmänner der verschiedenen anderen deutschen Staaten im Vorhinein sich geneigt erklärt hatten; und als ich zur selben Zeit eine Reise durch die meisten deutschen Staaten zurücklegte, erhielt ich überall die Auskunft: man erwarte nur die Resultate der in Neustadt-Eberswalde gepflogenen Unterredungen, um dann an die Durchführung eines einheitlichen Systems zu gehen. Aus Privat-Mittheilungen *Ebermayer's* ist mir übrigens bekannt, daß dieses System der Hauptsache nach wieder nur dasselbe sein wird, welches ursprünglich von *Ebermayer* in Baiern und dann nach seinem Muster in anderen Staaten angenommen worden war, und an dem man nur unter Benützung der seither gemachten Erfahrungen einige zweckmäßige Abänderungen vorzunehmen gedenkt. Das Detail dieser Berathungs-Ergebnisse ist, soviel mir bekannt, noch nicht veröffentlicht worden.

In Oesterreich ist erst seit 1877 ein bestimmtes System umfassenderer forstlich-meteorologischer Beobachtungen und Untersuchungen adoptirt worden, und zwar hauptsächlich in der speziellen Richtung: den Einfluß des Waldes auf das Klima seiner Umgebung möglichst genau zu erforschen. Der zu diesem Zwecke nothwendige und vom Ackerbau-Ministerium nun festgehaltene Plan ist in den „Mittheilungen des forstlichen Versuchswesens in Oesterreich" dargelegt und dürfte wohl den meisten österreichischen Forstwirthen auf diesem Wege bereits bekannt geworden sein; ich beschränke mich daher hier nur darauf anzudeuten, daß zwei Wege eingeschlagen werden. 1. Die Errichtung planmäßig angelegter Stationen, und zwar nicht nur paarweiser oder Parallel-Stationen wie in Deutschland und der Schweiz, sondern auch sogenannter Radial-Stationen, welche ein größeres Waldgebiet von außen in verschiedenen Distanzen umgeben sollen, um zu ermitteln, nach welchen Richtungen und bis zu welchen Entfernungen je nach den verschiedenen herrschenden Winden der Wald eine Wirkung auf das Klima des freien Landes übe; 2. sollen auf physikalisch-experimentellem Wege gewisse Fragen gelöst werden, über welche man schneller als durch vieljährige Beobachtungen in's Reine kommen kann.

Das erst erwähnte System von Stationen ist wegen Mangel an Mitteln nur in einer einzigen Gegend ziemlich entsprechend durchgeführt, nämlich bei Görz im Ternowaner Forste seit beiläufig zwei Jahren und es wird beabsichtigt, sobald die Mittel es erlauben, insbesonders solche Stationscomplexe in den mehr continentalen Gebieten Galiziens und der Bukowina zu errichten.

Dagegen sind in der physikalisch-experimentellen Richtung mehrere Versuchsreihen bereits im vollen Gange und theilweise auch schon beendigt, z. B. über die Wassermengen, welche durch die Transspiration der Waldbäume in die Atmosphäre gelangen; über die Rolle verschiedener Arten von Streudecken und Moosen für die Wasserführung im Boden; dann über die Abfuhr der Niederschläge längs der Baumstämme u. s. w. Fast jedes Heft der Mittheilungen vom

forstlichen Versuchswesen Oesterreichs enthält Abhandlungen in dieser Richtung und die ausländischen Fachjournale, insbesonders die französischen, italienischen und spanischen, benützen und excerpiren dieselben eifrig und zollen ihnen alle Anerkennung, während es bekanntlich in Deutschland üblich ist, von den österreichischen Arbeiten möglichst wenig Notiz zu nehmen. Uebrigens kann wohl auch der Eingangs erwähnte Umstand, daß gerade unsere forstlich-meteorologischen Studien den Anlaß geboten haben, die internationale Commission für Agrar-Meteorologie in Wien abzuhalten, als ein günstiges Zeugniß für unser Arbeitssystem bezeichnet werden, welchem nur leider die Mittel zur weiteren Entfaltung so schwer zugänglich sind.

Mit besonderer Befriedigung darf wohl die Thätigkeit dreier Corporationen in Böhmen verzeichnet werden, welche die Anlegung von Stationen zur Beobachtung der Regenmenge, sogenannte Regenstationen in den verschiedensten Höhenlagen des Landes sich zum Zwecke gesetzt haben; es sind dies: der Böhmische Forstverein, das Comité für die Landesdurchforschung Böhmens, und zwar die hydrometrische Commission dieses Comités, endlich die bestandene patriotisch-ökonomische Gesellschaft. Diesen Gründern von Regenstationen schließt sich in der anerkennenswerthesten Weise an: die Direction der kaiserlichen Domänen in Böhmen, Herr Domänen-Director *Bertel*, welcher in seinem Wirkungskreise eine namhafte Anzahl solcher Stationen errichten ließ. Der Böhmische Forstverein hat, und zwar hauptsächlich in und bei den Försterhäusern bereits 684 derartige Stationen errichtet, deren Daten von Professor *Purkyne* an der Forstlehranstalt in Weißwasser geprüft und periodisch veröffentlicht werden; dazu kommen noch 177 Stationen, welche aus der Initiative der drei anderen genannten Gründer hervorgegangen sind, so daß Böhmen auf seinen 900 Quadrat-Meilen beinahe 900 Regenstationen, also je eine auf eine Quadrat-Meile besitzt. Böhmen hat also ein weit dichteres Netz von solchen Regenstationen als jedes andere Land in Europa, und zwar ist die Anzahl per Quadrat-Meile doppelt so groß als jene Großbritanniens, viermal so groß als jene Belgiens und sechsmal so groß als jene Frankreichs.

Für die übrigen Theile dieser Reichshälfte hat das Ackerbau-Ministerium als oberste Verwaltung der Staatsforste eine Anzahl von beiläufig 200 Regenstationen errichtet, welche durch das Staatsforst-Personal bedient und deren Daten bei der forstlichen Versuchsleitung gesammelt, gesichtet und späterhin bearbeitet werden. Da nun auch die der Centralanstalt für Meteorologie unterstehenden, größtentheils freiwilligen und eben deswegen sehr ungleich vertheilten meteorologischen Stationen zugleich auch Regenfall-Stationen sind, haben wir seit kurzer Zeit in Oesterreich eine ziemlich bedeutende Anzahl von Stationen, welche dazu beitragen werden, über die Vertheilung des Regens und über die Rolle, welche der Wald dabei spielt, Aufschluß zu geben und es ist nur zu wünschen, daß das schon fast riesig anwachsende Rohmaterial, welches die Stationen liefern, einheitlich bearbeitet werde.

In Ungarn besteht meines Wissens bis jetzt nur bei dem Director der dortigen Centralanstalt in Ofen die Absicht, Beobachtungen analog wie die bei uns geplanten auszuführen; es sind aber wegen finanzieller Schwierigkeiten noch nicht einmal die Anfänge dazu gemacht worden.

In **Rußland** gibt es weder ein staatlich geordnetes, forstlich-meteorologisches Beobachtungswesen, noch beschäftigt sich irgend ein einzelner Forscher speziell mit dieser Frage; aber die bekannte Hinneigung der russischen Regierung zur Unterstützung von Forschungsreisen, insbesonders nach der asiatischen Seite hin, hat auch zu verschiedenen belangreichen Berichten über die klimatischen Verhältnisse bewaldeter und nicht bewaldeter Gegenden Osteuropas und Asiens geführt. In den meisten Fällen findet man die Ansicht vertreten und durch Beispiele bekräftigt, daß der Wald die Extreme des dortigen continentalen Klimas selbst für einen gewissen Rayon seiner Umgebung mildert, insbesonders der Trockenheit entgegenwirkt und daß ein angemessener Wechsel von Wald und Freiland für jene Gegenden am vortheilhaftesten wäre.

In **Südeuropa** kommen nur noch die romanischen Staaten Portugal, Spanien und Italien in Betracht. In keinem dieser Länder bestehen planmäßige, über ein größeres Gebiet ausgedehnte Beobachtungen zur Wald-Klima-Frage, aber ihre forstlichen Journale, insbesonders die spanische „Revista de montes“ und die italienische „Rivista forestale“ nehmen eifrig Notiz von den betreffenden Arbeiten anderer Länder und bringen auch Uebersichts-Tabellen der wenigen vereinzelten, dort eingerichteten forstlichen Stationen, so insbesonders derjenigen, welche in Vallombrosa bei Florenz in Italien in Verbindung mit der dortigen forstlichen Lehranstalt besteht und ganz nach dem Muster der baierischen von *Ebermayer* errichteten organisirt ist. Die gleiche Einrichtung hat die zweite italienische forstlich-meteorologische Station zu S. Eremo di Camaldoli in Italien.

In **Amerika** hat sich seit Anfang der Siebziger-Jahre eine gewisse Bewegung der Gemüther bemächtigt über beunruhigende klimatische Erscheinungen, welche man den massenhaften Entwaldungen mancher amerikanischer Gebiete zuschreiben zu sollen glaubte. Die dort bestehende Commission für die öffentlichen Ländereien der Union hat im Jahre 1874 in einem Berichte an das Repräsentantenhaus die Befürchtung geäußert, daß bei weiterer Vernichtung der Forste die öffentlichen Interessen schwer geschädigt werden dürften, und der Congreß hat im Jahre 1876 theils direkte Maßregeln für Aufforstungszwecke getroffen, theils das Studium der Wald- und Klimafrage für Amerika dadurch angebahnt, daß er einen Preis von 2000 Dollars für die Bearbeitung dieser Frage bestimmte. Diese Arbeit lieferte Herr Dr. *Franklin Hough*. Sie besteht zu einem Theile in einer sehr vollständigen Sammlung aller Daten, welche er über die einschlägigen Untersuchungen und Arbeiten aus anderen Staaten, insbesonders Europas erhalten konnte, zum anderen Theile in einer detaillirten Schilderung der Waldverhältnisse Nordamerikas; selbstverständlich können aber maßgebende Stationsbeobachtungen wegen Kürze der Zeit in diesem Werke noch nicht enthalten sein.

Wenn wir nun das in dieser kurzen Darstellung Enthaltene noch kürzer zusammenfassen, so läßt sich sagen, daß ein geordnetes umfassendes Beobachtungswesen für die Wald-Klima-Frage noch nirgends im vollen Gange ist, daß aber ein solches in Deutschland, in Oesterreich und in Amerika voraussichtlich in der nächsten Zeit im Gange sein wird und daß man wenigstens auch überall in den anderen Staaten die Wichtigkeit dieser Beobachtungen anerkennt.

***H. Briem.* Einfluß der Wärme auf die Zuckerrübe und die Kartoffel.** Organ des Centralvereins für Rübenzucker-Industrie in der österr.-ungar. Monarchie, 1880, S. 746, und Neue Zeitschrift für Rübenzucker-Industrie von *C. Scheibler*. 1880. Nr. 25, S. 293–297.

Verf. hat seine Versuche in oben bezeichneter Frage im Jahre 1880 fortgesetzt[1]), um erstens eine Bestätigung der dort aufgestellten Beobachtungen zu erhalten und zweitens gültige Mittelzahlen unabhängig von anderen Einflüssen zu bekommen.

Während im vergangenen Jahre die diesbezüglichen Versuche auf einem sandigen, mageren Boden ausgeführt wurden, sind die heurigen Proben auf einem üppigen lehmigen Sandboden, gut in Düngerkraft, angestellt worden. Im Uebrigen war die Versuchsanordnung dieselbe wie im Vorjahr. — „Wir finden bis ins Einzelne mit den heurigen Resultaten die vollste Bestätigung der aufgestellten Behauptungen, nämlich, daß je mehr Wärme der Pflanze im Allgemeinen zu Gute kommt, desto größere Erträge erzielt werden, und zwar sehen wir um so besseren und um so schnelleren Erfolg, je mehr die Vegetationszeit durch höhere Mitteltemperaturen abgekürzt erscheint. Wir können diesen Einfluß der Wärme von Vegetationsperiode zu Periode verfolgen."

Folgende Tabellen enthalten eine Zusammenstellung der meteorologischen Daten, der Aufgangs- und Anbauzeiten.

I. Versuch mit Zuckerrübensamen.

Datum des Anbaues.	Datum des ersten Erscheinens an der Oberfläche.	Anzahl der Tage.	Wärme-summe[2]). Cels.	Mittel.	Anzahl der Regen-tage.	Regen in mm.	Boden-feuchtig-keit in %.
1. März	10. April	41	175,3	4,3	15	24,6	9,6
16. „	13. „	29	149,9	5,1	10	9,7	9,5
1. April	20. „	20	212,9	10,6	7	12,0	8,4
16. „	25. „	10	165,0	16,5	2	10,2	8,2
1. Mai	16. Mai	16	194,7	12,2	13	70,2	11,8
16. „	23. „	8	92,8	11,6	4	6,6	9,0
1. Juni	8. Juni	8	131,1	16,4	3	10,2	14,9
16. „	21. „	6	119,4	19,9	1	0,5	8,9
1. Juli	7. Juli	7	142,8	20,4	3	43,2	11,2
16. „	1. Aug.	(Siehe die Bemerkung im Text)					
1. Aug.	7. „	7	119,8	17,1	4	53,2	13,0
16. „	21. „	6	112,5	18,8	4	11,7	14,0
1. Sept.	21. Sept.	(Siehe die Bemerkung im Text)					
16. „	24. „	9	115,4	12,8	5	21,1	9,0

[1]) Vergl. das Referat in dieser Zeitschrift. Bd. III, S. 515–520.

[2]) Bei der Rübe wurde unter + 4°, bei der Kartoffel Tagesmittel unter + 8° nicht gerechnet.

II. Versuch mit Kartoffeln.

Datum des Anbaues.	Datum des ersten Erscheinens an der Oberfläche.	Anzahl der Tage.	Wärmesumme. Cels.	Mittel.	Anzahl der Regentage.	Regen in mm.	Bodenfeuchtigkeit in %.
1. März	7. Mai	68	372,4	5,4	27	89,5	10,5
16. „	7. „	53	361,2	6,8	22	74,6	10,4
1. April	7. „	37	355,7	9,6	18	64,1	10,8
16. „	7. „	22	286,0	13,0	12	63,6	10,7
1. Mai.	23. „	23	278,0	12,1	16	76,7	11,1
16. „	3. Juni	19	275,0	14,5	10	51,0	12,4
1. Juni	17. „	17	311,1	18,3	5	66,0	12,0
16. „	30. „	15	285,1	19,0	7	43,8	10,2
1. Juli	14. Juli	14	301,0	21,5	4	46,5	9,7
16. „	1. Aug.	17	358,0	21,0	7	12,2	6,0
1. Aug.	16. „	16	282,4	17,6	8	65,1	10,0
16. „	30. „	15	274,2	18,2	5	17,9	9,7
1. Sept.	28. Sept.						
16. „	29. „	14	180,6	12,9	8	24,3	9,0

Die Zeit des Keimens und des Durchdringens der Erdoberfläche nahm um so kürzere Zeit in Anspruch, je höher das Wärmetagesmittel der betreffenden Periode war. Die Extreme geben in dieser Beziehung ganz bedeutende Differenzen. Dabei bleibt aber zu berücksichtigen, daß die Wärme nur bei dem Vorhandensein genügender Bodenfeuchtigkeit ihre Wirkung ausüben kann; die Bodenfeuchtigkeit ist in späteren Perioden allein von der Niederschlagsmenge abhängig. So war der Aufgang des am 16. Juli in den Boden gegebenen Rübensamens erst am 1. August, also nach 17 Tagen, während der erforderlichen und auch erhaltenen Wärmesumme entsprechend der Aufgang schon am 6. oder 7. Tage erfolgen sollte. Darüber geben die geführten meteorologischen Beobachtungen Aufschluß. Der Boden enthielt nur 6% Feuchtigkeit, als der Samen dem Boden anvertraut wurde, und jeglicher Niederschlag mangelte bis am 27. Juli; rechnet man nun die Wärmesumme vom 16. Juli bis zum Aufgang am 1. August, so erhält man die abnorme Wärmesumme von 356° C, rechnet man aber vom 27. Juli an, so berechnet sich bis 1. August die normale Wärmesumme von 116° C. Ebenso verhielt es sich mit der Aussaat am 1. September und ebenso mit dem Kartoffelversuche an demselben Datum.

Daß solche bedeutenden Unterschiede in der zarten Jugend der Pflanzen nicht ohne Einfluß auf die spätere Entwickelung bleiben können und schließlich in geringerer Quantität der Ernte ihren Ausdruck finden, ist aus der folgenden Tabelle ersichtlich.

Datum des Anbaues.		Durchschnittsgewicht in Gramm		Anzahl der Tage v. der Aussaat bis zum 20. Oct.	Meteorologische Notizen.			
		einer Rübenwurzel.	der Ernte eines Kartoffelstockes.		Wärmesumme.	Mittel.	Regensumme.	Regentage.
1. März	Ernte für Rüben und Kartoffeln am 20. October.	380	410	234	3317,7	14,2	472,0	99
16. „		406	490	219	3266,8	14,9	458,4	94
1. April		402	519	203	3219,8	15,8	457,9	90
16. „		407	508	188	3090,0	16,4	447,4	84
1. Mai		294	633	173	2874,1	16,6	422,1	79
16. „		312	516	158	2688,9	17,0	352,0	67
1. Juni		289	398	142	2462,8	17,3	302,6	58
16. „		309	338	127	2191,2	17,2	236,6	53
1. Juli		85	93	112	1905,8	17,0	192,8	46
16. „		32	55	97	1582,0	16,3	146,3	42
1. Aug.		15	55	81	1243,4	15,3	134,1	35
16. „		6	28	66	980,2	14,8	54,6	18

Im Allgemeinen erkennt man, daß je mehr Wärme der Pflanze zu Gute kommt, um so größere Erträge erzielt werden, aber im Zusammenhang mit dem früher Gesagten und den früheren Zusammenstellungen kann man auch erkennen, je günstiger und je rascher die erste Zeit des Wachsthums sich gestaltet, ohne Unterbrechung, ohne Rückschläge, ohne Stillstände u. s. w., um so besseren Ertrag; die Zahlen von dem Anbau der Rüben in der ersten Hälfte des April bis zur ersten Hälfte des Mai geben den entsprechenden Beweis. Und was von der Quantität gilt, hat auch in Bezug auf die Qualität Geltung, wie die folgende Tabelle zeigt, welche die Durchschnittszahlen aus den Versuchen zweier Jahrgänge 1879 und 1880 und von je 80 Rüben enthalten.

Anbau.	Untersuchung des Saftes.				Stammer'sche Werthzahl[1])
	Sacch.	Pol.	Diff.	Quot.	
März	14,3	11,37	2,93	79,5	9,0
April	14,2	11,24	2,96	78,4	8,8
Mai	14,6	11,87	2,73	81,3	9,6
Juni	15,2	11,79	3,41	77,5	9,1
Juli	15,0	11,42	3,58	76,1	8,7

Es geht hieraus hervor, daß der Anbau gegen Ende April und im Anfang Mai für die Gestaltung einer gesunden, kräftigen und guten Rübe am passendsten ist. Um gute und große Erträge zu erzielen, ist freilich nicht blos die Wärme maßgebend, sondern die Regenvertheilung, die Regenmenge, das Licht, worüber Verf. in einem besonderen Artikel nähere Mittheilungen zu machen gedenkt.

Verf. führt ferner Versuche an, in welchen er die Erträge der Rüben und Kartoffeln bei verschiedenen Anbauzeiten aber bei einer gleichen Wärmesumme zu ermitteln suchte. Er legte dabei für Rüben eine Wärmesumme von 2500° C, für die Kartoffeln eine solche von 1800° C zu Grunde. Von dem Tage der Aussaat angefangen, wurden die einzelnen Tagesmittel der Wärme addirt, bis für jede

1) $\frac{\text{Pol. Zucker} \times \text{Quotient}}{100}$

Aussaat der Kartoffel 1800° der Luftwärme als Summe resultirte, für jede Aussaat der Rübe 2500° C, ebenso die Anzahl der Tage gezählt und aus der Wärmesumme und den Tagen das Mittel berechnet. An dem betreffenden Tage wurde die Ernte von je 10 Pflanzen festgestellt. Die nachstehenden Tabellen enthalten die betreffenden Durchschnittszahlen aus den Versuchsjahren 1879 und 1880.

A. Kartoffeln.

Datum des Anbaues.		Anzahl Tage von der Aussaat bis zur Ernte.	Wärmemittel °C.	Durchschnittsgewicht einer Saatkartoffel g	Mittleres Gewicht der Ernte von einer Kartoffel g	Mittlere Zahl der Kartoffeln.	Mittleres Gewicht einer Knolle. g	Ernte war Multiplum der Aussaat.
1. März	Wärmesumme: 1800° C.	147	12,3	61	187	5,2	35,9	3,0
16. „		132	13,7	60	200	6,1	32,8	3,3
1. April		120	15,0	64	260	6,2	41,9	4,0
16. „		112	16,0	59	316	7,0	45,1	5,3
1. Mai		104	17,3	62	365	7,6	48,0	5,9
16. „		97	18,5	55	417	6,4	65,1	7,6
1. Juni		94	19,1	55	321	6,9	46,5	5,8
16. „		94	19,1	57	248	7,3	34,3	4,3
1. Juli		100	17,9	58	116	6,0	19,3	2,0

B. Rüben.

Datum des Anbaues.		Anzahl Tage von der Aussaat bis zur Ernte.	Wärmemittel. °C.	Durchschnittliches Gewicht einer Wurzel g	Untersuchung des Saftes				Stammer'sche Werthzahl.
					Sacch.	Pol.	Diff.	Quot.	
1. März	Wärmesumme: 2500° C.	182	13,7	247	12,5	10,00	2,50	80,0	8,0
16. „		169	14,8	260	12,6	10,25	2,35	81,3	8,3
1. April		156	16,0	244	13,7	10,81	2,89	78,9	8,5
16. „		148	16,9	274	12,7	10,20	2,50	80,3	8,2
1. Mai		141	17,7	230	13,6	10,97	2,63	80,7	8,8
16. „		136	18,3	250	14,3	11,41	2,89	80,4	9,1

Bei dem Kartoffelversuch ist die Verschiedenheit des Erfolges frappant. Es ergeben sich Unterschiede in den Erträgen, welche beinahe um das Vierfache differiren, dasselbe gilt auch von der Größe resp. Schwere der einzelnen Knollen.

Die Erklärung dieser Verschiedenheiten ergiebt sich durch die berechneten Wärmemittel. Die erhaltenen Zahlen sind der sprechendste Beweis dafür, daß größere Wärmemittel bei der Kartoffel sowohl größere Ernten als auch größere Kartoffeln im Gefolge haben, ein Beleg dafür, daß zu früher Anbau von Kartoffeln die Ernte schmälert. Noch schlechter ist die Wirkung des zu späten Anbauens, besonders dann, wenn das spätere Wachsthum schon in die Zeit kommt, in welcher die Temperaturen abnehmen statt zunehmen.

Was nun denselben Versuch bei der Zuckerrübe betrifft, so ist dabei das Resultat nicht so auffallend, weil für die Rübe eine größere Wärmemenge bestimmt war und daher der Ausgleich im Wachsthum in Folge des längeren Wachsthums eher eintreten konnte. Wenn nun auch bei der Rübe im Ertrage das Gesetz nicht in der Weise zum Ausdruck gelangte, wie bei der Kartoffel, so zeigt sich doch ein Einfluß auf die Qualität der Ernte. Diejenigen Rübensäfte haben ein höheres spezifisches Gewicht, welchen höhere Tageswärme zu Theil wurde; ebenso nimmt der Werthquotient stetig zu (von 8,0 auf 9,1), als die Vegetationszeit mit derselben Wärmemenge in kürzerer Zeit verlief. *E. W.*

***H. Briem.* Der Einfluß des Lichtes auf das Wachsthum der Zuckerrübe.** Organ des Vereins für Rübenzucker-Industrie in der österr.-ungar. Monarchie. 1880. S. 831 und Neue Zeitschrift für Rübenzucker-Industrie. 1881. Bd. VI. Nr. 2. S. 13—15.

Da nur unter Einwirkung des Lichtreizes die aufgenommenen Nährstoffe in den Zellen der Pflanze assimilirt, oder in organische Stoffe umgewandelt werden, und so das Licht, seine Vertheilung auf die einzelnen Vegetationsperioden, seine Intensität Mitbedingung einer normalen Ernte bildet, so ist das große Interesse für die Landwirthschaft wohl leicht erklärlich.

Aber leider so wichtig dieser meteorologische Faktor für sämmtliche Pflanzen ist, so besitzt die heutige Meteorologie im Allgemeinen sehr geringe und unvollkommene Mittel, um zuverlässige Beobachtungen anzustellen und werthvolle Zahlen zu erhalten. Die in den österreichischen Stationen eingeführte Scala der Bezeichnungen der Art der Bewölkung, daß der heitere Himmel mit 0, der zur Hälfte bewölkte Himmel mit 5, das ganz bedeckte Himmelsgewölbe mit 10 bezeichnet wird, nimmt wohl gar keine Rücksicht auf die Dichtigkeit der einzelnen Wolken oder der ganzen Masse. Und gerade dieser Umstand wäre bei Berechnung und Bestimmung der Intensität des Lichtes, der chemischen Wirkungskraft der einzelnen Strahlen, welche der Pflanzenwelt zu Gute kommen, von hervorragender Wichtigkeit, und gerade für die Agrarmeteorologie speziell sollte die atmosphärische Photometrie in der größten Ausdehnung und mit den genauesten Instrumenten ermittelt werden.

Die Versuche von *Stelling*[1]) bekräftigen das Gesagte auf's Evidenteste; seine Bestimmungen ergaben, daß wenn das ganze Himmelsgewölbe mit einer eintönigen, grauen Wolkendecke überzogen ist, die chemische Intensität um mehr als die Hälfte ihres normalen Werthes verliert, daß weiter, wenn zu einem trüben Himmel noch Nebel oder Niederschläge sich gesellen, an solchen Tagen nur noch der zehnte Theil der Intensität der normalen Größe zur Geltung kommt.

Einen Beweis, daß nur die theilweise Entziehung des Tageslichtes auf das Gedeihen der hochwichtigen Culturpflanze, der Zuckerrübe, einen bedeutenden Einfluß auszuüben im Stande ist, liefert folgende Beobachtung.

Auf einem großen freien Feldstücke, das in diesem Jahre mit Rüben bebaut war, stand in Mitten des Grundstückes eine Gruppe von acht alten Platanen; der von diesen Bäumen auf den Boden fallende Schatten bedeckte in der Länge 30, in der Breite 18 m.

---

[1]) Vergl. das Referat in dieser Zeitschrift. Bd. II. 1879. S. 317.

Die Rübenreihen wurden beim Anbau auch unter dieser Baumgruppe durchgezogen; der Anbau geschah am 17. April, der Aufgang der Rübenpflänzchen erfolgte gleichzeitig, und auch während des ersten Wachsthums war kein Unterschied zwischen den Pflanzen unter den Bäumen und außerhalb derselben zu bemerken, erst in den Monaten Juli, August und September traten auffallende Unterschiede zu Tage, die mit der fortschreitenden Entwickelung immer greller zu Tage traten. Während die außer der erwähnten Baumgruppe unter freiem Himmel, bei ungehinderter Lichteinwirkung gewachsenen Rüben ihre Blätter normal, tellerförmig am Boden liegen hatten, und Ende September ihre älteren Blätter zu vergilben begannen, standen die Blätter unter den Bäumen in geilem, strotzendem Wachsthum, all' ihre Blätter himmelstrebend aufrechtstehend mit sehr starken Stielen im vollsten Safte, ihre durchschnittliche Höhe vom Kopf der Rübe bis zur Blattspitze gemessen, betrug 40 cm, und auch Mitte Oktober war kein gelbes Blatt zu bemerken.

Dieser auffallende äußere Unterschied forderte selbstverständlich zur näheren Prüfung auf, umsomehr noch, als außerhalb des immerwährenden Schattens äußerst vereinzelte Schoßrüben zu finden waren, während unter den Bäumen gezählt, auf 100 Rüben 40 in Samen geschossene Rüben zu finden waren; neuerdings eine Bestätigung der schon früher einmal aufgestellten Behauptung, daß in erster Linie die meteorologischen Faktoren für den größeren oder geringeren Procentsatz von Ausschußrüben von Bedeutung sind.

Von Anfangs Oktober angefangen, wurden an verschiedenen Tagen Proben genommen und zwar von den Rüben, die unter der Baumgruppe gewachsen, immer je 6 Stück; von den Rüben in dem daranstoßenden freien Felde immer je 3 Stück, so daß die Durchschnittszahlen von ersterer Sorte das Mittel von 36 Rüben, die der zweiten Sorte das Mittel von 18 Stück repräsentiren.

	Im Licht gewachsen.	Im Schatten gewachsen.
	gr	gr
Gewicht der Wurzeln	343	187
„ „ Blätter	155	299
Auf 100 Wurzeln kommen Blätter	54	193
Pol. Zucker	10,21	9,34
Nichtzucker	3,05	3,62
Auf 100 Zucker kommt Nichtzucker	29,8	38,6

Während bei normalem Lichteinfluß sich das Verhältniß der Wurzel zu den Blättern wie 65 : 35 herausstellte, so war bei den mit Lichtmangel kämpfenden Pflanzen das Verhältniß wie 34 : 66. Während unter normalen Umständen auf 100 Wurzel sich 54 Blattgewicht berechnete, so kam unter mangelhaftem Lichtverhältniß auf 100 Wurzel 193 Blättergewicht.

In einem früheren Versuch[1]) des Verf. wurde dasselbe umgekehrte Verhältniß gefunden. Damals ergaben die normal gewachsenen Pflanzen das Verhältniß von Wurzel zum Blattgewicht wie 76 : 24, die anderen zwischen Weidenpflanzen gewachsenen wie 29 : 71. — Freilich muß man bedenken, daß hier in diesen beiden Fällen die Zahlenextreme um so größer ausgefallen sind, weil nicht bloß Licht-

[1]) Vergl. diese Zeitschrift. Bd. II. 1879. S. 317.

mangel in Rechnung kommt, sondern auch der Umstand berücksichtigt werden muß, daß die Lichtstrahlen gezwungen waren, durch ein grünes Laubdach zu dringen, wodurch natürlich die chlorophyllreichen Zellschichten eine Menge nützlicher Strahlen absorbirten, aber nichtsdestoweniger ist auch deutlich aus diesen Zahlen der eminente Einfluß des Lichtes auf das normale Gedeihen der Zuckerrübe zu erkennen und der große Einfluß des Lichtes auf den quantitativen Ertrag zu ersehen. — Die Zusammensetzung der Rüben zeigte ebenfalls ziemlich beträchtliche Unterschiede. Bei Voraussetzung eines completen Standes von 1000 Stück per Ctr. und 93 % Saftgehalt, wurde unter freiem Himmel unter normalen Verhältnissen 32,5 kg Zucker erzeugt, dagegen unter der Baumgruppe in derselben Zeit bei gleicher Bonität des Bodens nur 13,4 kg. —

Sprechendere Beweise für die hohe Wichtigkeit von Lichtmessungen und für den Satz, daß die Zuckerrübe in demselben Maße wie Wärme auch Licht verlangt, sind wohl nicht zu erbringen. Sehr häufig ist in Ernteberichten der Passus zu finden: der Blattwuchs ist ein besonders üppiger, die Wurzelbildung ist der Zeit nach zurückgeblieben; würden photochemische Beobachtungen vorliegen, so würden wir sehr häufig die Ursache finden und die Photometrie würde die Beobachtungen über Temperatur, Luftfeuchtigkeit u. s. w. um Vieles ergänzen.

In Bezug auf die Zuckerrübe glaubt Verf. aus den vorliegenden sowie aus den früheren Versuchen folgern zu dürfen:

Das Licht hat indirekt bedeutenden Einfluß auf die Vergrößerung der Rübenwurzel.

Der Lichtreiz hilft bedeutend mit, die Qualität der Rübe zu verbessern, wie umgekehrt sich Lichtmangel in unreifen Säften bemerklich macht.

Daher, ins Praktische übersetzt, es sich in Bezug auf die qualitative und quantitative Ernte nicht gleichgiltig bleibt, ob im Verlaufe eines Monates (besonders der letzten: Juli, August und September) viel trübe und regnerische oder ob viel heitere Tage und schwache Wolkendecken die chemische Einwirkung der Lichtstrahlen hemmen oder fördern. *E. W.*

***H. Hoffmann*. Ueber die Frostbeschädigung des letzten Winters in Mitteleuropa.** Der Naturforscher. 1881. Nr. 3. S. 28.

Als nunmehr genügend festgestellte Thatsache muß zunächst hervorgehoben werden, daß im Großen und Ganzen die Tödtung der Pflanzen durch Frost nicht beim Gefrieren und nicht durch sichtbare mechanische Verletzungen veranlaßt wird, sondern durch das rasche Aufthauen; und zwar durch das rasche Aufthauen in Luft. Einen interessanten Beleg hierfür lieferten *H. Hoffmann* die Beobachtungen über die Frostbeschädigungen des letzten Winters.

Zunächst zeigte sich bei den intensiven Frösten des letzten Winters die außerordentliche Begünstigung von Hügellagen; hier wenig oder keine Schädigung, während unfern davon in den Thalsohlen die größten Verwüstungen angetroffen wurden; die Schädigung nahm proportional der Erhebung über die Thalsohlen ab. Unter besonders günstigen Standortsverhältnissen überlebten einzelne Exemplare zarter Obstbäume auch in der Niederung die niedrigste Temperatur (—25° R in Gießen). Noch interessanter war die Thatsache, daß ein und derselbe Busch, z. B. von Bux oder Thuja auf der Südseite im Laube getödtet wurde, auf der Nordseite grün blieb.

Es ist daraus zu schließen, daß nicht ein bestimmter, und für jede Spezies besonderer Kältegrad die Pflanzen tödtet, wie gewöhnlich angenommen wird, daß also die Wallnußbäume auf den uns benachbarten Höhen nicht deshalb unverletzt blieben, weil etwa dort die Temperatur nur auf — 22° gesunken wäre, sondern weil der Sprung in der Temperatur der gefrorenen Pflanze auf der Höhe oder auf der Schattenseite des Busches um einige Grade geringer war, als dieselbe aufgethaut wurde, im Vergleich zur Niederung und auf der Südseite.

Es ist dabei zunächst gleichgültig, ob das Aufthauen durch einen warmen Wind und auf einmal stattfand, oder täglich wiederholt durch die Sonne an dem ihr ausgesetzten Theile: In der Niederung von Gießen ging der Sprung am 28. December von — 17° Lufttemperatur in der Nacht auf + 3° am Mittag, welche hohe Temperatur durch einen plötzlich eingebrochenen Südweststurm mit Regen hervorgebracht wurde. Auf den Hügeln wirkte zwar der Thauwind mit derselben hohen Temperatur, wie in der Niederung, aber die vorher hier herrschende Kälte war eine weniger tiefe.

Das Aufthauen durch die Sonne konnte schon Mitte December, lange vor dem Eintritt des Thauwetters an Birnbäumen beobachtet werden; sie wurden durch die Temperaturschwankungen, die über 20° vom Nachtminimum zum Tagesmaximum betrugen, getödtet.

Ich bin also der Ansicht, daß gänzliches Gefrorensein der Pflanzen nach längerer Kälteperiode vorausgesetzt, die Tödtung gleich sicher erfolgt, wenn bei der Pflanze der Sprung der Temperatur um z. B. 20° von — 17° auf + 3° geht, oder wenn er von — 10° auf + 10° geht; daß ferner mit jedem Grade geringerer Schwankung proportional die Schädigung eine geringere ist; daß endlich für jede Spezies die Größe dieser Amplitude eine besondere und begrenzte ist.

***H. Dufour*. Ein Apparat zur Messung der chemischen Lichtintensität.** Arch. des sc. phys. et nat. Sér. 3. T. IV. 1880. S. 381 und „Der Naturforscher". 1881. Nr. 3. S. 27.

Bei der zweifellosen Wichtigkeit, welche die fortgesetzte Untersuchung der chemischen Intensität des Lichts auf den meteorologischen Stationen hat, schlägt *H. Dufour* zwei Modifikationen eines für diesen Zweck geeigneten Apparates vor, dessen Princip darauf beruht, daß der schwankenden Wirkung, welche das Licht auf ein Gemisch von Chlor und Wasserstoff ausübt, ein elektrischer Strom von variabler und zu jeder Zeit meßbarer Intensität, entgegengestellt wird. Dieser Strom veranlaßt durch seinen Durchgang die Zerlegung einer Menge Salzsäure, welche derjenigen gleich ist, die durch die Wirkung des Lichts auf das Gemisch von Chlor und Wasserstoff gebildet wird. Ueber die Ausführung dieses Apparates sei nur erwähnt, daß er aus zwei nach Art der Differentialthermometer durch eine Glasröhre mit einander verbundenen Kugeln besteht, von denen die eine etwas Salzsäurelösung und zwei Kohle-Elektroden enthält, welche ClH zersetzen können. Die gebildeten Gase werden vom Lichte wieder vereinigt, und die in dieser Richtung wirkende Lichtintensität wird gemessen durch die Intensität des Stromes, welche erforderlich ist, um das ursprüngliche Gleichgewicht zu erhalten.

***E. Schöne*. Ueber den Nachweis des Ozon in der atmosphärischen Luft.** Bericht d. deutschen chemischen Gesellschaft, XIII, S. 1503 und „Der Naturforscher". 1881. Nr. 7. S. 65 u. 66.

Nachdem *Em. Schöne* durch eine längere Reihe von Untersuchungen gezeigt hat, daß Wasserstoffsuperoxyd ein normaler Bestandtheil der atmosphärischen Luft sei (vgl. Ntf. XI, 277), ging er an die Prüfung der Frage über die Existenz des atmosphärischen Ozons und unterzog die bisher üblichen Beweise für sein Vorhandensein einer Kritik.

In erster Reihe war es *Schönbein*, der durch eine Reihe von Reaktionen den Nachweis des Ozons in der Luft als erbracht ansah, nämlich durch das Ausscheiden von Jod aus Jodkalium, durch das Bräunen von Papier, das mit schwefelsaurem Mangan getränkt war, und durch die Oxydation von Thalliumoxydul zu Thalliumoxyd. Aber alle drei Reactionen werden auch durch geringe Mengen von Wasserstoffsuperoxyd hervorgebracht (die Bräunung der Manganpapiere freilich erst bei Einwirkung von in jeder normalen Luft enthaltenen Ammoniumcarbonat), und da das Vorkommen des Wasserstoffsuperoxyds in der Luft auch anderweitig erwiesen ist, so sind die *Schönbein*'schen Beweise nicht stichhaltig.

Das einzige Mittel, durch welches man die Existenz des atmosphärischen Ozons mit Sicherheit beweisen könnte, ist metallisches Silber, aber noch niemals ist eine Schwärzung von Silber in normaler, von Schwefelverbindungen freier Luft beobachtet worden. Direkte Versuche, welche *Schöne* anstellte, indem er wiederholt mehrere Wochen hintereinander Silberplatten der Luft exponirte, waren gleichfalls erfolglos.

Vielfach ist auf den Geruch hingewiesen worden, welcher in der Nähe von Orten, wo der Blitz eingeschlagen, wahrgenommen wird; dieser Geruch soll dem des Ozons gleich sein. *Schöne* findet hingegen den Blitzgeruch in keiner Weise dem Ozongeruch ähnlich, vielmehr erinnere er am meisten an den Geruch von abgebranntem Schießpulver. Wohl hat *Schöne* auf dem Lande, auf Bergen und im Winter häufig einen Geruch beobachtet, der an den des Ozons stark erinnert. Dieser Geruch haftete auch sehr stark an den der Luft exponirten Papieren, die mit Thalliumoxydul getränkt waren. Aber die Intensität des Geruches stand nicht in direktem Verhältniß zur Färbung der Papiere. Papiere, welche kaum gefärbt waren, zeigten den Geruch häufig weit stärker, als tiefer gefärbte, und umgekehrt. Es ist aber wohl kaum zuzugeben, daß ein so energisch durch Ozon oxydirbarer Körper, wie Thalliumoxydul, neben Ozon auf den Papieren längere Zeit unverändert bleiben könnte...

Die Abwesenheit stichhaltiger Beweise schließt selbstverständlich die Möglichkeit des Vorkommens des Ozons in der atmosphärischen Luft keineswegs aus. Ich stelle diese Möglichkeit, a priori, auch durchaus nicht in Abrede trotz der streng bewiesenen Gegenwart des dampfförmigen Wasserstoffsuperoxyds in der Luft. — Aber nicht blos als Beweismittel für die Gegenwart von Ozon haben die oben angeführten Reagentien nach den Erfahrungen *Schöne*'s keinen Werth, auch als Maß für die oxydirenden Bestandtheile der Luft sind dieselben von höchst relativem Werthe. Namentlich die so vielfach für die Ozonometrie benutzte Jodkaliumreaction ist für diesen erweiterten Zweck ganz unbrauchbar. Es ist nämlich sowohl für Ozon, wie für Wasserstoffsuperoxyd nachgewiesen, daß sie in trockenem Zustande auf Jodkalium gar nicht wirken, nur feuchte Luft läßt Ozon und Wasserstoffsuperoxyd auf Jodkaliumstärke einwirken. Daher kommt es, daß eine Vergleichung der Beobachtungen des Ozonometers mit denen des Hygrometers einen

vollständig parallelen Gang zeigt; und daß „das *Schönbein*'sche Ozonometer höchstens ein rohes Hygrometer ist; über die Gehalte der Luft an oxydirendem Princip macht es durchaus falsche Angaben".

„Sicherer wirkt in dieser Beziehung das Thaliumoxydulhydrat, dessen Oxydation zu braunem Oxyd sowohl durch Ozon, wie durch Wasserstoffsuperoxyd von der Feuchtigkeit ganz unabhängig ist. Es hat ferner den Vorzug, daß die mit diesem Reagens getränkten Papiere ihre angenommene Färbung bei vorsichtiger Aufbewahrung in einem geschlossenen Raume unverändert behalten. *Schöne* hat im Jahre 1879 an demselben Orte Beobachtungen mit Thallium-Papier und mit dem *Schönbein*'schen Ozonometer, und gleichzeitig die gewöhnlichen meteorologischen Beobachtungen angestellt und fand, daß die Resultate dieser beiden Papiere wenig Uebereinstimmung zeigten, ja im Ganzen entgegengesetzt waren. Die Thalliumpapiere erschienen ohne Ausnahme am Tage stärker gefärbt, die *Schönbein*'schen meistens in der Nacht. Auch in der Jahrescurve verhielten sich die *Schönbein*'schen Papiere den Thalliumpapieren entgegengesetzt, und ebenso, wenn man beide mit dem Gang der Feuchtigkeit vergleicht.

Eine Vergleichung der durch die Thalliumpapiere erhaltenen Resultate mit den gleichzeitig ausgeführten meteorologischen Beobachtungen ergiebt, daß auf die Intensität der Färbung überhaupt Einfluß haben: 1) Die Tageszeit: am Tage ist die Färbung stärker als in der Nacht; 2) die Windrichtung, besonders im Winter: bei südlichen Winden ist stärkere Färbung; 3) Verdichtung des atmosphärischen Wasserdampfes, nämlich Bewölkung und Niederschlag: je stärker diese, desto schwächer ist die Färbung der Thalliumpapiere. Diese Resultate stehen im Großen und Ganzen in Einklang mit denjenigen, welche bei den Untersuchungen über das atmosphärische Wasserstoffsuperoxyd erhalten waren: „die Momente, welche den Gehalt der Luft an letzterem erhöhen, bedingen auch eine stärkere Intensität der Färbung der Thalliumpapiere, und darum kann die Oxydation des Thalliumoxyduls zu Oxyd durch die Annahme erklärt werden, daß sie durch das Wasserstoffhyperoxyd allein bewirkt wird, und es ist nicht nöthig, außer dem Wasserstoffhyperoxyd ein anderes oxydirendes Agens, wie Ozon, in der Luft anzunehmen. Allein die Entscheidung dieser delikaten Frage, erheischt noch weitere Untersuchungen, welche ich auch die Absicht habe vorzunehmen."

J. Hann. **Beziehungen der Vertheilung des Luftdrucks zur Vertheilung des Regenfalls.** Wiener akademischer Anzeiger. 1880. S. 231.

Die außergewöhnlich starken Niederschläge, welche vom 11.—15. August in Oesterreich und benachbarten Ländern beobachtet wurden, veranlaßten den Verf. über die Beziehungen der Vertheilung des Luftdruckes zur Vertheilung des Regenfalls Untersuchungen anzustellen, über welche er eine kurze Mittheilung veröffentlichte, der wir Folgendes entnehmen:

„Der Verf. untersucht zunächst mit Hülfe der Regenaufzeichnungen von mehr als 260 Stationen in Oesterreich-Ungarn, Bayern, Schweiz und Sachsen die Verbreitung und Vertheilung der ungewöhnlich starken Niederschläge, vom 11. bis 15. August d. J. Es begannen diese Niederschläge am 11. in Siebenbürgen und S E Ungarn, erstreckten sich am 12. über ganz Ungarn, West-Galizien, Schlesien, Mähren, Ober- und Nieder-Oesterreich und den östlichen Theil von Bayern, desgleichen über Böhmen und Sachsen, wo aber der 12. noch nicht der

Hauptregentag war. Die Regen dauerten am 13. fort, größtentheils mit verminderter Heftigkeit, aber in Böhmen und im sächsischen Erzgebirge sowie in Süd-Bayern und in der Ost-Schweiz erreichten sie erst an diesem Tage die größte durchschnittliche Intensität, während in ganz Oesterreich der 13. mindestens ebensoviel Regen lieferte als der 12. Am 14. zeigte sich überall eine Abnahme des Regenfalls, nur im oberen Salzachthal und wie es scheint, auch in Nord-Tirol hatte dieser Tag die meisten Niederschläge. Am 15. fielen abermals ganz ungewöhnliche Regengüsse in Oberösterreich, namentlich im Salzkammergut und Umgebung, dann im westlichen Schlesien, Mittel- und Nord-Böhmen sowie im sächsischen Erzgebirge. Von der Ausdehnung und Intensität dieser Niederschläge lieferte einen deutlichen Beweis das Hochwasser der Donau bei Wien (am 18.), welches mit einem Wasserstande von 3,8 m (um 2,9 m höher als am 11.) das höchste Sommerhochwasser in diesem Jahrhundert gewesen zu sein scheint.

In Ost-Galizien und der Bukowina fiel wenig Regen (der meiste schon am 11.), ebenso auf der ganzen Südseite der Alpen. Die Regen schritten im Allgemeinen von Ost nach West fort und hatten ihre größte Ausdehnung am 12. Die heftigsten Niederschläge fielen in Ober- und Nieder-Oesterreich, das Centrum der stärksten Ergüsse war namentlich das Salzkammergut und Umgebung. In Ungarn scheinen die Niederschläge nirgend besonders heftig gewesen zu sein, weil Nachrichten über Ueberschwemmungen ganz fehlen, während solche in ganz West-Oesterreich nördlich von den Alpen eintraten.

Es werden nun die Beziehungen dieser Regenarea zur gleichzeitigen Vertheilung des Luftdruckes und der Luftdruckänderungen untersucht. Die großen Niederschläge am 12. und 13. fielen zusammen mit einem fast stationären Barometer-Minimum in Ungarn, das von S E gekommen zu sein scheint.

Es ergiebt sich nun erstlich, daß die Regenarea auf der W- und NW-Seite der Area des tiefsten Luftdruckes liegt und sich weit über den Rand des Minimumgebietes hinaus nach Westen erstreckt. In der Umgebung des Centrums tiefsten Luftdruckes fallen viel weniger Niederschläge, als weit davon entfernt in Ober-Oesterreich, Süd-Bayern und in der Ost-Schweiz. Die Regen dauern fort, nachdem am 14. das Minimum in Ungarn bereits verschwunden ist, und erreichen am 15. in Westen abermals ein Maximum, während die Luftdruckvertheilung schon eine sehr gleichmäßige geworden ist; in Sachsen dauern sie selbst noch am 16. mit großer Intensität fort. Dies beweist einerseits eine gewisse Unabhängigkeit starker und ausgedehnter Niederschläge von einem Barometer-Minimum, das Nichtvorhandensein einer Minimum erzeugenden Kraft der Niederschläge, im Gegensatze zu noch herrschenden Annahmen, ferner selbst die Unfähigkeit so starker und ausgedehnter Niederschläge wie die des 13. August, ein in der Nähe befindliches Minimum anzuziehen und dessen Fortpflanzungsrichtung zu beeinflussen. Nichts von alledem zeigt sich in unserem Falle.

Der Verf. betrachtet dann die Areas stärksten Barometerfalles; auch diese zeigen keine Uebereinstimmung mit der Area der stärksten Niederschläge. Das Barometer fällt ebenso stark auf der Südseite der Alpen, wo gar keine oder nur wenig Niederschläge fallen, wie im Salzkammergut, wo die stärksten Regen

herrschen (160 mm in 4 Tagen); es fällt überdies am stärksten außerhalb der Zone der größten Niederschläge, wie folgende Zahlen darlegen:

Mittlerer Barometerfall	10,9	10,2	9,2	8,6	7,8	6,7	mm
Regenfall der 2 vorausgegangenen Tage	19	25	25	42	27	8	„
Zahl der Stationen	11	11	12	12	12	12	„

Durchschnittlich fielen an 70 Stationen im Mittel der zwei dem tiefsten Barometerstande vorausgegangenen Tage 24,3 mm Regen, an den zwei folgenden Tagen (also bei steigendem Luftdruck) 24,5 mm. Als allgemeines Resultat dieser Untersuchungen, sowie einiger andern hier übergangenen Schlüsse glaubt der Verf. den Satz aufstellen zu können: Eine Beziehung zwischen Barometer-Aenderung und Regenfall läßt sich nicht constatiren, der Barometerfall hängt nicht in erster Linie vom Regenfall ab und wird überhaupt nicht merklich von letzterem beeinflußt.

Nachdem der Verfasser die wahrscheinlichen Ursachen der starken Niederschläge vom 12.—15. August einer Erörterung unterzogen hat, betrachtet er noch in mehr cursorischer Weise die Beziehungen zwischen starken und ausgedehnten Niederschlägen und der gleichzeitigen Vertheilung des Luftdruckes in den Perioden: 12.—14. Juni 1880 (in Deutschland), 15.—18. August 1874 (in West-Oesterreich, Bayern und in der Schweiz), 10.—12. Juni 1876, und 2. u. 3. Juni 1878 (in der Nordschweiz und Süddeutschland), Anfang Dezember 1872 (Südseite der Alpen). In keinem dieser Fälle waren die ausgedehnten und heftigen Niederschläge im Stande, auch nur ein secundäres Minimum zu erzeugen, oder ein benachbartes Minimum anzuziehen und dessen Fortpflanzungsrichtung zu bestimmen. Die heftigen Regengüsse vom 15.—18. August 1874, welche sich von Wien bis Basel erstreckten, und eines der größten Sommerhochwässer der Donau zur Folge hatten, fielen sogar im Gebiete eines Barometer-Maximums (wenn auch nicht im Centrum eines solchen) und überall bei steigendem Barometer. Alle diese Fälle bestätigen nur den vorhin aufgestellten Satz, daß selbst ausgedehnte und starke Niederschläge keinen hervortretenden Einfluß auf den Barometerstand haben, und daß die Ansicht, welche die barometrischen Minima durch ausgedehnte Niederschläge entstehen, und sich nach jener Seite hin fortpflanzen läßt, wo die Niederschläge am stärksten sind, durch die Thatsachen nicht bestätigt wird, zum mindesten nicht als allgemeine Wahrheit angesehen werden kann."

O. Sasse. **Ueber die Wasserabnahme in den Bächen und Strömen Deutschlands.** Halle. G. Schwetschke. 1881.

W. Frauenholz. **Das Wasser mit Bezug auf wirthschaftliche Aufgaben der Gegenwart.** München. Th. Ackermann. 1881.

W. Cohn. **Das Wasserbedürfniß der Kulturpflanzen.** Nachrichten aus dem Klub der Landwirthe zu Berlin. 1880. Nr. 108. S. 710.

Ahles. **Einwirkung des Frostes auf die Pflanzen.** Pomologische Monatshefte. 1880. Heft 9.

H. Kühne. **Berichte über Frostschäden.** Monatsschrift des Ver. zur Beförd. des Gartenbaues in d. k. pr. Staaten. 1880. August.

Beissner. **Einwirkung des Winters 1879/80 auf die Holzgewächse.** Regel's Gartenflora. November 1880.

C. Uhlig. **Einige Beobachtungen über den Sturmschaden in der Nacht vom 12.—18. März 1876.** Tharander forstl. Jahrbuch. 1880. 3. Heft.

W. Holtz. **Ueber die Zunahme der Blitzgefahr und ihre vermuthlichen Ursachen.** Leipzig. 1880. J. A. Barth.

H. Riniker. **Die Hagelschläge und ihre Abhängigkeit von Oberfläche in Bewaldung** des Bodens im Kanton Aargau. Berlin. 1881. Julius Springer.

O. Vossler. **Ueber die Wettervorhersagung im Interesse der Landwirthschaft.** Landw. Jahrbücher. Heft 1 u. 2. 1881. X. Bd. S. 43—53.

C. Lang. **Erläuterungen zu den Wetterberichten.** Zeitschrift des landwirthschaftlichen Vereins in Bayern. 1881. Aprilheft.

Witterungstabellen zum täglichen Einzeichnen des Barometer- und Thermometerstandes. Würzburg. 1881. Stahel.

Ch. André. **Zur Vertheilung der Temperatur in den niederen Schichten der Atmosphäre.** Compt. rend. T. XCI. p. 927.

F. von Czerny. **Die Veränderlichkeit des Klima's und ihre Ursachen.** Wien, Pest, Leipzig. 1881. A. Hartleben.

J. Aitken. **Staub, Nebel und Wolken.** Der Naturforscher. 1881. Nr. 8.

A. Müntz. **Vorkommen von Alkohol im Boden, in den Wassern und in der Atmosphäre.** Compt. rend. T. XCII. p. 499.

I. Physik des Bodens.

Mittheilungen aus dem agrikulturphysikalischen Laboratorium und Versuchsfelde der technischen Hochschule in München.

XII. Untersuchungen über den Einfluß der Farbe des Bodens auf dessen Erwärmung.

(Zweite Mittheilung.)

Von Professor Dr. E. **Wollny** in München.

Die Schlußfolgerungen, welche Referent aus den in dieser Zeitschrift Bd. I S. 43—69 mitgetheilten Versuchen über den Einfluß der Farbe des Bodens auf dessen Erwärmung gezogen hatte, ließen wohl die Veränderungen erkennen, welche die Temperatur der Ackerkrume bei verschiedener Färbung der Oberfläche derselben erleidet, allein sie lieferten noch kein vollständiges Bild von den obwaltenden Verhältnissen, weil mehrere wichtige Nebenumstände, in Rücksicht auf eine möglichst elementare Behandlung der gestellten Frage vorläufig unberücksichtigt bleiben mußten. Zur Vervollständigung jener Untersuchungen hat Referent unterdessen weitere Experimente in bezeichneter Richtung angestellt, deren Resultate er im Nachfolgenden der Oeffentlichkeit übergiebt. Die Hauptpunkte, auf welche besonders Werth gelegt wurde, waren: der Einfluß verschiedener Töne einer und derselben Farbe, der Bodenfeuchtigkeit bei verschiedener Farbe der Bodenoberfläche, sowie des durch das Wasser veränderten Colorits der Oberfläche auf die Temperatur der Ackerkrume in verschiedenen Tiefen.

Versuchsreihe I.

Temperatur des trockenen Bodens bei verschiedenen Abstufungen der Farbe seiner Oberfläche während der wärmeren Jahreszeit.

Die beiden Versuche I und II dieser Reihe wurden in folgender Weise ausgeführt. Je 4 aus 3 cm starken Brettern zusammengefügte Kästen von 25 cm Höhe und einer Grundfläche von 25 cm im Quadrat,

im Lichten gemessen, wurden bis zum Rade mit trockenem weißen Quarzsand gefüllt und nachdem die Oberfläche desselben geebnet worden war, auf einem Tisch im Freien aufgestellt. Zur Färbung der Oberfläche wurden Gemische einerseits aus $^3/_4$ vol. Kienruß und $^1/_4$ vol. Marmorpulver, aus $^1/_2$ und $^1/_4$ vol. Kienruß und $^1/_2$ resp. $^3/_4$ vol. Marmorpulver, andererseits aus Eisenoxydhydrat und Marmorpulver in derselben Weise hergestellt. Die auf diese Weise entstandenen Pulver, sowie die unvermischten Materialien (Kienruß und Eisenoxyd) repräsentirten 8 verschiedene Farben, je 4 Abstufungen des Schwarzen und des Braunen. Die Färbung der Oberfläche geschah in der Art, daß die betreffenden Substanzen mittelst eines sehr feinen Siebes auf der Oberfläche des Sandes in einer sehr dünnen Schicht ausgebreitet wurden. Hierauf wurden in $^1/_5$ Grade getheilte und in ihren Angaben vollkommen übereinstimmende Thermometer (nach *Celsius*) in den Boden bis auf 10 cm Tiefe eingesenkt und außerdem in jedem Kasten noch ein weiteres Thermometer angebracht, dessen Kugel der direkten Bestrahlung entzogen, sich in der obersten Schicht des Bodens befand. Bei eintretendem Regen wurde in diesem, zum Theil auch in den übrigen Versuchen durch Anbringung eines Zeltes über den Kästen das atmosphärische Wasser abgehalten. Die Zeit, während welcher dies geschah, ist in den folgenden Tabellen durch Hinzufügung des Wortes «bedeckt» (bed.) angegeben.

Die Lufttemperatur wurde an einem Thermometer gemessen, welches im Schatten, dicht bei den Apparaten aufgestellt war, und dessen Kugel sich 1 m über der Erdoberfläche befand.

Bei den Witterungsangaben bedeuten die Abkürzungen:

Mg.: Morgens.
Fr.: Früh.
Vorm.: Vormittags.
M.: Mittags.
Nachm.: Nachmittags.
Ab.: Abends.
N.: Nachts.
Mn.: Mitternacht.
Kl.: Klar.
Bew.: Bewölkt.
Th. bew.: Theilweise bewölkt.
Abw. bew.: Abwechselnd bewölkt.
Nb.: Neblig.
Schw. R.: Schwacher Regen.
Mst. R.: Mittelstarker Regen.
St. R.: Starker Regen.
G.-R.: Gewitterregen.
G.: Gewitter ohne Regen.
S.: Schnee.
H.: Hagel.
Ver.: Veränderlich (abwechselnd klar, bewölkt und windig).
R.: Ruhig.
Schw. W.: Schwacher Wind.
Mst. W.: Mittelstarker Wind.
St. W.: Starker Wind.
St.: Sturm.

Die Ergebnisse der Beobachtungen sind in folgenden Tabellen niedergelegt:

Versuch I.

28. Juni 1879.

Zeit.	Lufttemperatur.	Bodentemperatur in der Oberfläche.				Bodentemperatur in 10 cm Tiefe.			
		schwarz.	dunkelgrau.	mittelgrau.	hellgrau.	schwarz	dunkelgrau.	mittelgrau.	hellgrau.
12 Uhr	16,4	16,2	16,8	16,6	16,6	21,0	21,7	21,0	21,0
2 „	14,7	14,6	15,0	15,0	15,0	19,8	20,4	20,0	20,0
4 „	14,3	13,4	13,9	13,8	13,8	18,6	19,0	18,8	18,8
6 „	20,8	16,2	18,2	18,2	17,8	17,6	18,1	18,0	18,0
8 „	26,5	29,4	25,2	25,2	24,9	18,0	18,2	18,4	18,4
10 „	30,7	44,5	39,6	38,2	37,6	22,4	21,8	21,5	21,0
12 „	31,6	47,3	46,5	45,8	43,5	27,1	26,4	24,8	24,3
2 „	33,4	55,4	53,8	52,3	50,0	31,2	30,6	29,0	28,0
4 „	32,1	48,4	48,4	47,8	45,0	34,0	33,6	32,8	31,6
6 „	29,8	41,4	40,4	39,4	38,0	36,8	35,6	34,0	32,7
8 „	25,2	30,0	30,8	29,6	29,4	34,0	34,2	33,4	32,4
10 „	21,2	25,2	25,9	24,9	25,0	32,0	33,0	31,8	30,8
Mittel	24,72	31,83	31,21	30,57	29,73	**26,04**	**26,05**	**25,29**	**24,75**
Schwankungen	19,1	42,0	39,9	38,5	36,2	19,2	17,5	16,0	14,7

Witterung:

Kl. u. schw. W. Gegen Mn. th. bew. u. G.

29. Juni 1879.

12 Uhr	22,8	24,0	24,6	23,8	23,7	29,8	30,8	29,8	29,0
2 „	21,0	23,0	24,0	23,0	23,0	27,9	28,0	27,9	27,8
4 „	19,8	22,8	23,2	22,4	22,2	26,4	27,0	26,6	26,2
6 „	26,0	23,4	24,1	24,0	23,4	25,4	26,2	25,9	25,4
8 „	26,9	33,4	29,4	34,0	28,9	25,4	25,8	25,8	25,4
10 „	27,6	43,4	39,4	37,8	37,8	28,1	27,7	27,5	26,7
12 „	29,5	45,3	43,6	45,1	42,8	31,6	31,2	30,0	29,2
2 „	29,4	49,9	49,1	48,8	46,2	34,2	33,5	32,3	31,8
4 „	29,8	45,2	47,0	46,2	44,0	35,2	35,0	34,8	33,6
6 „	27,7	38,7	40,0	38,8	37,3	36,6	36,2	35,6	34,4
8 „	24,0	29,2	30,1	29,1	29,0	34,4	35,0	34,8	33,6
10 „	23,0	27,4	28,4	27,8	27,6	33,2	34,0	33,6	32,8
Mittel:	25,62	33,82	33,57	33,40	32,16	**30,68**	**30,87**	**30,38**	**29,66**
Schwankungen	10,0	27,1	25,9	26,4	24,0	11,2	10,4	9,0	9,0

Witterung:

Bis Mg. bew. u. schw. W., dann th. bew. Am Tage meist kl. Um 7 U. Ab. G., um 9 U. 15 Min. St. Von 10 1/4 U. ab st. G.-R. Von 9 U. Ab. ab bedeckt.

Versuch II.

28. Juni 1879.

Zeit.	Luft-tem-pera-tur.	Bodentemperatur in der Oberfläche.				Bodentemperatur in 10 cm Tiefe.			
		dunkel-braun.	mittel-braun.	hell-braun.	schwach braun.	dunkel-braun.	mittel-braun.	hell-braun.	schwach-braun.
12 Uhr	16,4	16,8	16,2	16,2	16,4	21,2	20,8	20,6	20,8
2 „	14,7	14,9	14,6	14,4	14,8	19,9	19,8	19,8	19,8
4 „	14,3	13,6	13,4	13,4	13,7	18,6	18,6	18,6	18,7
6 „	20,8	17,4	17,6	17,3	16,8	17,6	17,8	17,8	17,8
8 „	26,5	27,6	27,4	26,9	25,7	18,1	18,2	18,1	18,1
10 „	30,7	38,4	39,4	38,2	35,7	21,3	21,2	20,8	20,5
12 „	31,6	44,2	44,6	43,4	41,0	24,5	24,4	24,2	23,3
2 „	33,4	52,7	52,1	49,8	47,4	28,4	28,0	27,8	26,7
4 „	32,1	45,3	45,8	44,6	42,7	31,4	31,6	31,2	30,0
6 „	29,8	38,4	37,7	37,0	36,7	33,0	32,8	32,2	31,2
8 „	25,2	32,4	32,0	29,2	28,8	31,6	31,0	30,8	31,0
10 „	21,2	25,6	25,0	24,8	24,6	30,0	29,4	29,2	29,8
Mittel	24,72	30,61	30,50	29,60	28,69	**24,73**	**24,47**	**24,26**	**23,97**
Schwankungen	19,1	39,1	38,7	36,4	33,7	15,4	15,0	14,4	13,4

Witterung:

Kl. u. schw. W. Gegen Mn. th. bew. u. G.

29. Juni 1879.

Zeit.	Luft-tem-pera-tur.	Oberfl. dunkel-braun.	Oberfl. mittel-braun.	Oberfl. hell-braun.	Oberfl. schwach braun.	10 cm dunkel-braun.	10 cm mittel-braun.	10 cm hell-braun.	10 cm schwach-braun.
12 Uhr	22,8	24,0	23,8	23,6	23,5	29,6	29,2	29,0	28,4
2 „	21,0	23,0	22,9	22,9	22,9	27,9	27,5	27,3	26,7
4 „	19,8	22,6	22,4	22,4	22,4	26,4	26,4	26,4	25,8
6 „	26,0	23,6	23,6	23,5	23,0	25,5	25,6	25,4	25,1
8 „	26,9	31,4	31,4	31,0	30,0	25,2	25,2	25,3	25,0
10 „	27,6	38,8	39,4	38,4	36,4	26,9	27,0	27,0	26,2
12 „	29,5	44,1	44,1	42,8	40,8	29,4	29,6	29,4	28,4
2 „	29,4	47,4	47,2	45,8	44,0	32,0	32,0	31,8	30,7
4 „	29,8	44,2	45,0	43,8	42,2	33,6	33,8	33,5	32,3
6 „	27,7	38,2	37,2	36,4	36,4	34,4	34,2	34,2	33,1
8 „	24,0	29,6	29,1	28,9	28,7	34,0	34,0	33,4	32,6
10 „	23,0	28,0	27,6	27,6	27,2	33,3	33,1	32,6	31,8
Mittel	25,62	32,91	32,81	32,26	31,46	**29,85**	**29,81**	**29,61**	**28,84**
Schwankungen	10,0	24,8	24,8	23,4	21,6	9,2	9,0	8,9	8,1

Witterung:

Bis Mg. bew. u. schw. W., dann th. bew. Am Tage meist kl. Um 7 U. Ab. G., um 9¹/₄ U. St. Von 10¹/₄ U. Ab. ab st. G.-R. Von 9 U. Ab. ab bed.

Das Mittel berechnet sich demnach in folgender Weise:

	Bodentemperatur:							
	In der Oberfläche.				In 10 cm Tiefe.			
	schwarz. °C	dunkelgrau. °C	mittelgrau. °C	hellgrau. °C	schwarz. °C	dunkelgrau. °C	mittelgrau. °C	hellgrau. °C
28. 29. Juni 1879:	**32,82**	**32,39**	**31,98**	**30,94**	**28,33**	**28,46**	**27,83**	**27,20**
Schwankungen:	34,55	32,90	32,45	30,10	15,20	14,25	12,50	11,85
	dunkelbraun.	mittelbraun.	hellbraun.	schwachbraun.	dunkelbraun.	mittelbraun.	hellbraun.	schwachbraun.
28. 29. Juni 1879:	**31,76**	**31,65**	**30,93**	**30,70**	**27,29**	**27,19**	**27,34**	**26,40**
Schwankungen:	31,95	31,75	29,90	27,65	12,30	12,15	11,80	10,75.

In Uebereinstimmung mit den früher gewonnenen Zahlen zeigen die vorstehenden,

1) daß der Boden durchschnittlich um so wärmer, je dunkler die Oberfläche desselben gefärbt ist,
2) daß die bezüglichen Unterschiede am stärksten zur Zeit des Maximums der Bodentemperatur auftreten, zur Zeit des täglichen Temperaturminimums dagegen verschwinden,
3) daß daher die Wärmezunahme und die Wärmeabnahme um so schneller erfolgen, je dunkler die Farbe des Bodens ist, sowie
4) daß die Temperaturschwankungen in dem Grade größer sind, als der Boden dunkler gefärbt ist.

Versuchsreihe II.

Temperatur des Bodens bei verschiedener Farbe der Oberfläche und verschiedenem Wassergehalt während der Vegetationszeit.

In den bisherigen Versuchen waren die Böden betreffs der Abhängigkeit ihrer Wärmeverhältnisse von ihrer Farbe nur im trockenen Zustande geprüft worden. In Rücksicht auf die natürlichen Verhältnisse und auf die mannigfachen Veränderungen, welchen die Temperatur des Bodens bei verschiedener Feuchtigkeit unterliegt, schien es weiterhin von Wichtigkeit, der Frage näher zu treten, welche Einwirkung die Farbe in Gemeinschaft mit einem bestimmten Wassergehalt übt. Der leichteren Uebersicht wegen wurde die Erwärmung der Böden zunächst, sowohl bei extremer Färbung (schwarz und weiß), als auch bei extremem Wassergehalt (naß und trocken) festzustellen versucht, alsdann bei verschiedenem Wassergehalt und auch bei natürlicher Farbe ihrer Oberfläche, zum Theil in einzelnen passenden, durch die Witterung bedingten Zeitabschnitten,

zum Theil während der ganzen Vegetationsperiode. Im letzteren Falle konnten die atmosphärischen Niederschläge ungehindert zum Boden treten. Da dieser auf einem vollkommen durchlässigen Untergrunde aufruhte, war sein Feuchtigkeitsgehalt vollständig von der jeweils herrschenden Witterung und seinem Verhalten zum Wasser abhängig. In allen übrigen Versuchen wurde die Bodenfeuchtigkeit durch künstliche Zufuhr von Wasser regulirt und der Regen durch entsprechende Vorrichtungen vom Boden abgehalten.

In den Versuchen III, VI und VII wurden die Böden zur Herstellung des nassen Zustandes in *Ebermayer*'sche Evaporations-Apparate gefüllt, welche in der vorgeschriebenen Weise mit Wasser beschickt und so lange stehen gelassen wurden, bis die Erde in denselben kapillarisch bis zur Oberfläche gesättigt war. Der feuchte Zustand wurde durch Vermischen des trockenen Bodens mit einer Quantität Wasser, welche der halben absoluten Wassercapacität desselben, berechnet auf das Volumen, entsprach, hergestellt. Der feuchte, ebenso der trockene Boden wurden hierauf ebenfalls in *Ebermayer*'sche Verdunstungs-Apparate gebracht. Bei dem Einfüllen wurden die Böden fest eingedrückt und ihre Oberfläche nach sorgfältiger Ebnung in dem einen Apparat mit Frankfurter Schwarz schwarz, in einem anderen mit äußerst fein gepulvertem Quarz weiß gefärbt.

In ähnlicher Weise wurde in den Versuchen IV und V verfahren, nur mit dem Unterschiede, daß die den *Ebermayer*'schen Apparaten ähnlich construirten Zinkkästen in größeren Dimensionen und statt gewöhnlicher Thermometer solche nach der Construction des Referenten angewendet wurden.

Um die Erwärmung der Versuchsböden von der Seite her möglichst zu beschränken, wurden sämmtliche Apparate mit einer dicht anschließenden starken Bretterwand seitlich umgeben. In den Versuchen III, VI und VII befanden sich die Gefäße auf einem Tische, in den Versuchen IV und V waren sie auf dem Erdboden aufgestellt. In beiden Fällen konnte bei eintretendem Regen über den Böden eine wasserdichte Leinwand in einer Höhe von circa 1,20 m gespannt werden.

Ein von dem bisher beschriebenen zum Theil abweichendes Verfahren wurde in den übrigen Versuchen VIII, IX und X in Anwendung gebracht. Hier wurde zunächst die gewöhnliche Ackererde des Versuchs-

feldes, beiläufig von circa 20 cm Mächtigkeit, bis auf den aus Kalksteingeröll bestehenden Untergrund, und von letzterem noch eine Schicht von 5 cm ausgehoben. Aus den so entstandenen Gruben wurden durch Einsenkung kastenförmiger Holzrahmen aus 25 cm breiten und 3 cm starken Brettern quadratische Parcellen gebildet. Außerhalb wurde an den Brettern die Ackererde derart aufgeschüttet, daß die Oberfläche des Erdreichs ca. 2 cm unter dem Rande des Versuchskastens blieb. In die Kästen wurden im Frühjahr die Böden mit der Winterfeuchtigkeit fest eingefüllt und alsdann ihre Oberfläche in der bereits mehrfach beschriebenen Weise gefärbt. Da in Folge des ungehinderten Zutrittes der atmosphärischen Niederschläge die färbenden Substanzen häufig in den Boden gewaschen wurden, so mußten dieselben öfters erneuert werden.

Bei der Auswahl der Böden mit natürlicher Farbe waren dieselben Gesichtspunkte maßgebend, wie in den früheren Untersuchungen[1]). Eisenhaltiger (hellgelber) und reiner (weißer) Quarzsand, sowie reiner (hellgrauer) und humoser (dunkelbrauner) Kalksand wurden im vollständig lufttrockenen Zustand durch ein Sieb von 0,25 mm Maschenweite gesiebt und die gewonnene Feinerde in Holzkästen, wie sie in den Versuchen VIII—X angewendet wurden, gleichmäßig eingestampft und zwar bereits im zeitigen Frühjahr, damit sie bis zum Beginn der Versuche durchfeuchtet waren.

Im Uebrigen wurden vier in ihrem physikalischen Verhalten von einander abweichende Bodenarten benutzt.

1) Die Ackererde des Versuchsfeldes, humoser Kalksand, von dunkler Farbe und mit Kalksteinchen bis zu Haselnußgröße vermischt.
2) Reiner Kalksand, Isarsand von weißgrauer Farbe, zum größten Theil aus kohlensaurem Kalk bestehend.
3) Lehm, Ziegellehm von Berg am Laim (München) von dunkelgelber Farbe.
4) Quarzsand, von Nürnberg, im trockenen Zustand von Farbe weiß, ausschließlich aus Quarzkörnern von Staubform bis zu Rapskorngröße gebildet.

Nach der mechanischen Analyse zeigten diese Bodenarten folgende Zusammensetzung:

[1]) Vergl. diese Zeitschrift, Bd. I. 1878. S. 63.

	Maschen-weite der Siebe mm	Humoser Kalksand %	Reiner Kalksand %	Lehm %	Maschen-weite der Siebe mm	Quarz-sand %
I. Grobkies	6,75	9,305	0,458	1,055	5,00	0,00
II. Mittelkies	4,00	5,716	0,099	0,141	2,50	0,15
III. Feinkies	2,50	4,344	0,232	0,297	1,00	6,45
IV. Grobsand	0,74	11,175	1,103	1,906	0,50	40,40
V. Mittelsand	0,30	12,232	10,385	4,133	0,25	42,15
VI. Feinsand	—	32,562	80,519	58,705	—	9,74
VII. Abschlämmbare Theile	—	24,666	7,204	33,763	—	1,11

Die Größenverhältnisse der Versuchsgefäße, resp. das Volumen des Bodens und die Tiefen, in welchen die Temperatur gemessen wurde, ergeben sich aus folgender Zusammenstellung:

	Größe der quadrat. Grundfläche. □cm	Tiefe. cm	Volumen. ccm	Temperaturbeobachtung in cm Tiefe.
Versuch III VI VII	1063	20	21260	10
IV V	2500	30	75000	22
VIII — XII	625	25	15625	10

Die Beobachtungen lieferten die aus folgenden Tabellen ersichtlichen Resultate.

Versuch III.

3. Juni 1876.

Zeit.	Lufttemperatur.	Lehm schwarze Oberfl. naß.	Lehm schwarze Oberfl. trocken.	Lehm weiße Oberfl. naß.	Lehm weiße Oberfl. trocken.
12 Uhr	9,6	13,2	13,8	13,0	13,8
2 „	10,0	12,2	12,4	11,8	12,4
4 „	7,6	10,8	10,8	10,4	10,7
6 „	16,0	10,0	9,6	9,4	9,6
8 „	19,8	11,1	10,9	10,6	10,4
10 „	23,0	14,4	15,7	13,8	13,8
12 „	25,4	18,1	22,1	16,9	17,6
2 „	25,4	20,9	26,8	19,4	21,2
4 „	24,8	22,5	29,4	21,0	23,6
6 „	22,6	22,4	28,8	21,2	24,0
8 „	19,4	21,8	27,2	20,6	23,6
10 „	16,1	20,0	24,0	19,3	21,6
Mittel	18,30	**16,45**	**19,29**	**15,62**	**16,86**
Schwankungen	17,8	12,5	19,8	11,8	14,4

Witterung:

Von Mn. bis Ab. 6 U. 45 Min. kl., v. Nachm. 2 U. ab außerdem st. W. Von 6¾ U. Ab. abw. bew. Von 8¾ U. Ab. ab R., dann ver. Von 6—9 U. Ab. bed.

4. Juni 1876.

Zeit.	Lufttemperatur.	Lehm schwarze Oberfl. naß.	Lehm schwarze Oberfl. trocken.	Lehm weiße Oberfl. naß.	Lehm weiße Oberfl. trocken.
12 Uhr	14,0	18,6	21,4	17,8	19,9
2 „	12,4	15,0	17,3	15,4	16,8
4 „	12,6	15,0	16,1	14,9	15,6
6 „	15,8	14,4	15,0	14,8	14,6
8 „	20,6	14,8	15,4	14,0	14,7
10 „	22,6	17,2	19,4	16,0	17,1
12 „	24,7	19,3	23,2	18,1	19,9
2 „	25,4	20,5	26,0	19,6	22,2
4 „	25,0	21,5	27,5	20,4	23,7
6 „	22,6	21,7	28,0	20,8	24,6
8 „	18,4	21,2	26,6	20,4	24,0
10 „	16,6	20,2	24,4	19,6	22,6
Mittel	18,89	**18,28**	**21,69**	**17,65**	**19,64**
Schwankungen	13,0	7,3	13,0	6,8	10,0

Witterung:

Von Mn. bis Nachm. 1 U. ver. und bew., dann kl. Von 3 U. ab ver. bis Mn. Von 6¼—7½ U. Ab. bed.

5. Juni 1876.

Zeit.	Lufttemperatur.	Lehm schwarze Oberfl. naß.	Lehm schwarze Oberfl. trocken.	Lehm weiße Oberfl. naß.	Lehm weiße Oberfl. trocken.
12 Uhr	15,3	18,4	21,2	17,9	20,0
2 „	14,6	17,4	19,8	17,0	19,0
4 „	12,4	16,4	17,6	16,0	17,2
6 „	13,6	15,5	16,4	15,1	16,2
8 „	19,8	15,0	15,8	14,4	15,2
10 „	22,2	16,8	18,5	15,6	16,6
12 „	24,6	19,7	23,4	18,0	19,6
2 „	26,9	22,4	27,6	20,4	22,9
4 „	27,6	24,3	31,0	22,4	25,8
6 „	25,3	25,4	32,4	23,5	27,4
8 „	22,5	25,0	31,1	23,2	27,2
10 „	18,4	23,4	27,8	22,0	25,0
Mittel	20,57	19,97	23,55	18,62	21,01
Schwankungen	15,2	10,4	16,6	9,1	12,2

Witterung:

Bis 4 U. Mg. bew., dann bis 6 U. Mg. abw. bew. Von da ab kl.

6. Juni 1876.

Zeit.	Lufttemperatur.	Lehm schwarze Oberfl. naß.	Lehm schwarze Oberfl. trocken.	Lehm weiße Oberfl. naß.	Lehm weiße Oberfl. trocken.
12 Uhr	15,2	21,2	23,2	19,8	21,6
2 „	14,6	19,8	21,4	18,8	20,2
4 „	12,6	17,4	18,2	16,6	17,6
6 „	22,6	16,3	16,8	15,4	16,2
8 „	24,0	17,2	17,9	16,0	16,8
10 „	26,8	20,0	22,2	18,4	19,6
12 „	29,4	23,4	27,6	21,2	23,4
2 „	30,6	25,8	31,4	23,6	26,9
4 „	31,1	27,5	34,2	25,5	29,4
6 „	27,6	28,2	34,9	26,2	30,3
8 „	23,6	27,4	33,0	25,6	29,4
10 „	20,8	25,8	29,8	24,2	27,4
Mittel	22,82	22,50	25,88	20,94	23,23
Schwankungen	18,5	11,9	18,1	10,8	14,1

Witterung:

Kl. bis Ab. 8 U., um 8 U. G., von 10 U. ab kl.

7. Juni 1876.

Zeit.	Lufttemperatur.	Lehm schwarze Oberfl. naß.	Lehm schwarze Oberfl. trocken.	Lehm weiße Oberfl. naß.	Lehm weiße Oberfl. trocken.
12 Uhr	17,8	23,0	25,6	22,0	24,0
2 „	16,5	21,2	23,2	20,4	22,0
4 „	15,3	19,4	20,6	18,7	19,8
6 „	21,6	18,2	19,1	17,6	18,6
8 „	24,8	18,8	20,0	17,8	19,0
10 „	28,5	21,2	23,4	19,8	21,4
12 „	25,7	24,0	28,2	22,2	25,0
2 „	27,2	24,6	30,0	23,6	27,0
4 „	27,8	24,5	29,0	23,6	27,0
6 „	17,7	22,8	26,2	22,3	24,8
8 „	16,9	21,6	24,1	21,1	23,0
10 „	15,3	20,4	22,2	20,0	21,4
Mittel	21,62	21,64	24,30	20,76	22,75
Schwankungen	12,5	6,4	10,9	6,0	8,4

Witterung:

Von Mn. bis Mg. 6 U. kl., dann abw. bew. Von 8—10 U. fr. kl. u. schw. W., bis 2 U. Nachm. stehen G. am Himmel. Um 3 U. Nachm. R. u. St., bis 6¹/₂ U. ohne W. Von da ab bis Mn. ver.

Von 12 U. M. bis Ab. 10 U. 55 Min bed.

8. Juni 1876.

Zeit.	Lufttemperatur.	Lehm schwarze Oberfl. naß.	Lehm schwarze Oberfl. trocken.	Lehm weiße Oberfl. naß.	Lehm weiße Oberfl. trocken.
12 Uhr	14,4	19,2	20,2	18,8	19,8
2 „	14,4	17,6	18,0	17,4	17,8
4 „	13,8	16,4	16,6	16,0	16,6
6 „	20,7	15,6	15,7	15,2	15,6
8 „	22,4	16,6	17,2	15,9	16,4
10 „	24,8	19,0	21,0	18,0	19,0
12 „	27,8	22,2	26,2	21,0	23,0
2 „	28,0	25,0	30,8	23,6	26,8
4 „	28,6	26,8	34,0	25,6	29,7
6 „	24,1	26,9	34,5	26,0	30,6
8 „	20,6	25,4	31,8	25,0	29,0
10 „	17,4	23,0	26,6	22,6	25,2
Mittel	21,47	21,14	24,38	20,42	22,30
Schwankungen	15,0	11,3	18,8	10,8	15,0

Witterung:

Von Mn. bis Nachm. 5 U. kl. u. schw. W., dann abw. bew. Von 8 U. Ab. ab bew., schw. W. u. G.-R. bis 11 U., dann ver.

Von 8 U. Ab. bis Mn. bed.

9. Juni 1876.

Zeit.	Lufttemperatur.	Lehm schwarze Oberfl. naß.	Lehm schwarze Oberfl. trocken.	Lehm weiße Oberfl. naß.	Lehm weiße Oberfl. trocken.
12 Uhr	16,2	21,6	24,6	21,4	23,4
2 „	15,6	20,2	22,0	20,0	21,2
4 „	14,4	19,2	20,2	18,8	19,6
6 „	17,2	18,2	18,7	17,7	18,3
8 „	22,4	18,4	19,2	17,8	18,4
10 „	24,4	20,8	22,8	19,8	20,6
12 „	26,6	24,0	27,8	22,8	24,2
2 „	26,8	26,1	31,4	24,8	27,4
4 „	27,8	27,2	33,5	26,2	29,4
6 „	24,8	27,5	33,6	26,5	29,9
8 „	18,2	26,8	30,8	25,8	28,8
10 „	15,1	24,2	27,8	23,6	25,8
Mittel	20,78	**22,85**	**26,03**	**22,10**	**23,92**
Schwankungen	13,4	9,3	14,9	8,8	11,62

Witterung:

Von Mn. bis fr. ver. u. st. W. Von 9 U. fr. bis M. kl. u. schw. Wind. Von 12 U. M. bis 3 U. Nachm. abw. bew. u. mst. W., dann kl. u. st. W., gegen 5 U. G., bew. u. mst. W. Von $8^1/_2-9$ U. Ab. G.-R. u. St., von da ab bew.

Von Mn. bis 3 U. Mg. u. 6 U. Ab. bis Mn. bed.

10. Juni 1876.

Zeit.	Lufttemperatur.	Lehm schwarze Oberfl. naß.	Lehm schwarze Oberfl. trocken.	Lehm weiße Oberfl. naß.	Lehm weiße Oberfl. trocken.
12 Uhr	15,8	21,8	24,0	21,4	22,8
2 „	14,8	20,0	21,4	19,9	20,4
4 „	14,4	19,0	19,8	18,6	19,0
6 „	15,0	18,0	18,4	17,6	18,0
8 „	17,3	17,4	17,6	17,0	17,2
10 „	21,2	18,0	18,6	17,6	17,9
12 „	23,0	19,8	21,7	19,2	20,0
2 „	23,6	21,8	25,0	21,1	22,6
4 „	25,7	23,3	28,0	22,9	25,0
6 „	21,4	23,6	28,6	23,1	25,9
8 „	19,6	23,0	27,0	22,4	24,8
10 „	16,2	22,4	25,2	21,6	23,6
Mittel	18,98	**20,67**	**22,94**	**20,20**	**21,43**
Schwankungen	11,3	6,2	11,0	6,1	8,7

Witterung:

Von Mn. bis fr. bew. u. mst. W., dann bis 8 U. bew., von da ab bis 3 U. Nachm. abw. bew. u. mst. W., dann bew. u. r. Um 8 U. bew. u. schw. W. u. G., dann bis Mn. bew. u. r.

Von Mn. bis Mg. $6^1/_2$ U. u. $6^3/_4$ U. Ab. bis Mn. bed.

11. Juni 1876.

12 Uhr	15,8	21,8	24,0	21,4	22,8
2 „	15,3	19,4	20,2	18,8	19,6
4 „	15,2	18,8	19,2	18,2	18,8
6 „	16,2	18,0	18,2	17,6	17,8
8 „	19,3	17,6	17,8	17,0	17,4
10 „	22,2	18,3	18,8	17,8	18,2
12 „	25,0	20,6	22,6	20,9	21,0
2 „	20,6	22,4	25,8	21,8	23,4
4 „	19,6	22,6	26,0	22,0	23,8
6 „	19,0	21,8	24,8	21,4	23,0
8 „	15,6	20,6	23,0	20,0	21,6
10 „	13,0	19,4	21,2	19,0	20,2
Mittel	18,05	**20,11**	**21,80**	**19,66**	**20,63**
Schwankungen	12,0	5,0	8,2	5,0	6,4

Witterung:

Von Mn. bis fr. bew. u. r. Um 8 U. fr. ver. u. schw. W. bis 10 U. Vorm. Von da ab G. u. st. W. Von 3 U. Nachm. bis 5 U. abw. bew. u. mst. W., dann bew. Von 9 U. Ab. bis Mn. R. u. st. W.

Von Mn. bis Mg. 4 U. Von M. 1 U. bis 3 U. Nachm. u. 7 U. Ab. bis Mn. bed.

12. Juni 1876.

12 Uhr	12,4	18,0	19,1	17,4	18,4
2 „	11,8	16,6	17,1	16,0	16,8
4 „	11,6	15,6	15,6	15,0	15,2
6 „	11,7	14,4	14,4	14,0	14,4
8 „	14,0	13,8	13,6	13,4	13,6
10 „	14,7	14,0	14,2	13,4	14,0
12 „	16,0	14,6	15,4	14,0	15,0
2 „	16,6	15,7	17,6	15,2	16,6
4 „	14,8	16,3	18,7	15,8	17,7
6 „	13,7	16,1	18,5	15,6	17,6
8 „	12,1	15,2	17,2	15,0	16,6
10 „	11,8	14,5	16,0	14,2	15,6
Mittel	13,43	**15,40**	**16,45**	**14,92**	**15.96**
Schwankungen	5,0	4,2	5,1	4,0	4,1

Witterung:

Von Mn. bis 12 U. 40 Min. st. R. u. st. W., dann ver. u. mst. W. Um 4 U. Mg. R. u. schw. W. Von 5—7 U. Mg. bew. u. st. W. Von da ab R. u. st. W. Von 10 U. Ab. ab ver

Von Mn. bis 7 U. Mg. u. von 7 U. Ab. bis Mn. bed.

13. Juni 1876.

Zeit.	Luft-temperatur.	Lehm schwarze Oberfl. naß.	Lehm schwarze Oberfl. trocken.	Lehm weiße Oberfl. naß.	Lehm weiße Oberfl. trocken.
12 Uhr.	11,6	13,6	14,6	13,4	14,4
2 „	11,2	13,0	13,6	12,8	13,6
4 „	11,0	12,2	12,6	12,0	12,6
6 „	11,4	12,0	12,3	11,8	12,6
8 „	12,0	12,0	12,0	11,6	12,2
10 „	12,5	11,8	12,0	11,6	12,0
12 „	12,6	11,8	12,0	11,8	12,2
2 „	12,9	12,0	12,2	11,8	12,4
4 „	13,8	12,0	12,2	11,8	12,4
6 „	12,4	12,0	12,2	11,8	12.4
8 „	12,1	12,0	12,2	11,9	12,4
10 „	11,8	11,8	11,8	11,7	12,0
Mittel	12,08	**12,35**	**12,47**	**12,00**	**12,60**
Schwankungen	2,8	1,8	2,6	1,8	2,4

Witterung:

Von Mn. bis Mg. R. u. st. W. Von M. 1 U. ab bew. u. st. W. Den ganzen Tag bed.

Das Mittel sämmtlicher Beobachtungen: °C

Bodentemperatur vom 3.—13. Juni 1876:	**19,21**	**21,70**	**18,44**	**20,03**
Schwankungen:	7,88	12,65	7,40	9,75

Versuch IV.

5. August 1876.

Zeit.	Luft-tem-pera-tur.	Ackererde schwarze Oberfl. naß.	Ackererde schwarze Oberfl. tro-cken.	Ackererde weiße Oberfl. naß.	Ackererde weiße Oberfl. tro-cken.
12 Uhr.	16,0	22,5	25,0	21,4	23,6
2 „	14,4	22,2	24,8	21,3	23,5
4 „	13,2	22,0	24,5	21,3	23,4
6 „	18,0	21,6	24,0	21,2	23,2
8 „	23,5	21,2	23,4	20,9	22,7
10 „	26,7	20,8	22,9	20,6	22,4
12 „	28,9	20,1	22,7	20,6	22,2
2 „	30,0	21,6	23,0	21,0	22,3
4 „	29,7	22,1	23,6	21,2	23,1
6 „	26,2	22,5	24,3	21,4	23,7
8 „	22,0	22,8	25,0	22,0	24,4
10 „	18,0	22,9	25,4	22,0	24,6
Mittel	22,20	**21,86**	**24,05**	**21,24**	**23,26**
Schwankungen	16,8	2,8	2,7	1,4	2,4

Witterung:

Kl. bis Vorm. 10 U., von da ab bis 1 U. Nachm etwas bew. u. mst. W., dann kl. u. st. W. bis 3 U. Nachm. Hierauf kl. u. schw. W. bis Mn.

6. August 1876.

Zeit.	Luft-tem-pera-tur.	Ackererde schwarze Oberfl. naß.	Ackererde schwarze Oberfl. tro-cken.	Ackererde weiße Oberfl. naß.	Ackererde weiße Oberfl. tro-cken.
12 Uhr.	16,2	22,7	25,4	21,9	24,6
2 „	15,8	22,4	25,1	21,6	24,2
4 „	16,2	21,9	24,6	21,3	23,7
6 „	19,8	21,5	24,1	21,0	23,2
8 „	23,1	21,1	23,5	20,7	22,8
10 „	24,5	21,0	23,1	20,6	22,5
12 „	27,1	21,0	22,9	20,6	22,5
2 „	24,8	21,4	23,1	20,8	22,8
4 „	25,6	22,1	23,7	21,2	23,3
6 „	20,6	22,6	24,5	21,6	23,9
8 „	19,0	22,8	25,1	21,9	24,4
10 „	17,3	22,9	25,4	22,0	24,4
Mittel	20,83	**21,95**	**24,21**	**21,27**	**23,52**
Schwankungen	11,3	1,9	2,5	1,4	2,1

Witterung:

Von Mn. bis $1^1/_2$ U. fr. kl, dann bew. u. r. Von Mg. 5 U. ab abw. bew. Von Vorm. 11 U. ab ver. u. schw. W. Von 1 U. ab bew. u. mst. W. Von $5^1/_2$ U. ab bew. u. st. W. Von $10^3/_4$ U. Ab. ab ver. — Von $5^1/_2$ U. Nachm. bis $10^3/_4$ U. Ab. bed.

7. August 1876.

Zeit.	Lufttemperatur.	Ackererde schwarze Oberfl. naß.	Ackererde schwarze Oberfl. trocken.	Ackererde weiße Oberfl. naß.	Ackererde weiße Oberfl. trocken.
12 Uhr	15,0	22,8	25,3	21,8	24,4
2 „	14,0	22,5	25,0	21,6	24,1
4 „	12,1	21,8	24,3	21,2	23,4
6 „	14,3	21,4	23,8	20,9	23,0
8 „	19,1	20,9	23,2	20,5	22,5
10 „	21,2	20,6	22,7	20,1	22,1
12 „	24,3	20,5	22,3	20,1	21,8
2 „	25,0	21,0	22,7	20,3	22,0
4 „	25,2	21,4	23,2	20,6	22,6
6 „	22,0	22,0	24,2	21,0	23,1
8 „	16,8	22,3	24,5	21,3	23,5
10 „	13,2	22,4	25,0	21,3	23,7
Mittel	18,52	**21,63**	**23,85**	**20,89**	**23,02**
Schwankungen	13,1	2,3	3,0	1,7	2,6

Witterung:

Von Mn. bis Mg. 4 U. abw. bew., dann kl. den ganzen Tag.

8. August 1876.

Zeit.	Lufttemperatur.	Ackererde schwarze Oberfl. naß.	Ackererde schwarze Oberfl. trocken.	Ackererde weiße Oberfl. naß.	Ackererde weiße Oberfl. trocken.
12 Uhr	11,6	22,2	25,0	21,2	23,4
2 „	10,6	21,8	24,6	20,9	23,0
4 „	8,2	21,1	23,9	20,3	22,0
6 „	12,4	20,5	23,2	20,1	21,5
8 „	20,1	20,0	22,4	19,6	20,9
10 „	24,1	19,5	21,8	19,3	20,5
12 „	26,3	19,4	21,4	19,2	20,4
2 „	27,3	19,8	21,5	19,4	20,6
4 „	27,2	20,4	22,2	19,7	21,3
6 „	23,4	21,0	23,0	20,1	21,9
8 „	19,3	21,4	23,6	20,5	22,4
10 „	17,0	21,5	24,1	20,7	22,7
Mittel	18,95	**20,72**	**23,06**	**20,08**	**21,73**
Schwankungen	19,1	2,8	3,6	2,0	3,0

Witterung:

Von Mn. bis Vorm. kl. Von 9 U. Vorm. ab schw. W., dann bis Nachm. kl u. st. W. Von 3 U. Nachm. ab schw. W., im Uebrigen kl.

9. August 1876.

Zeit.	Lufttemperatur.	Ackererde schwarze Oberfl. naß.	Ackererde schwarze Oberfl. trocken.	Ackererde weiße Oberfl. naß.	Ackererde weiße Oberfl. trocken.
12 Uhr	14,0	21,5	24,2	20,6	22,7
2 „	12,0	20,8	23,7	20,3	22,0
4 „	10,6	20,7	23,5	20,1	21,9
6 „	14,6	20,1	22,8	19,7	21,4
8 „	22,1	19,6	22,2	19,3	20,7
10 „	26,0	19,3	21,5	19,1	20,4
12 „	26,8	19,3	21,3	19,1	20,3
2 „	29,4	19,7	21,5	19,3	20,7
4 „	29,0	20,4	22,2	19,7	21,3
6 „	25,0	21,1	22,9	20,2	22,0
8 „	19,4	21,5	23,7	20,5	22,6
10 „	17,0	21,7	24,2	20,8	22,8
Mittel	20,49	**20,47**	**22,81**	**19,75**	**21,57**
Schwankungen	18,8	2,4	2,9	1,7	2,5

Witterung:

Bis 10 U. Vorm. kl. Von da ab th. bew., von 2 U. ab abw. bew. u. st. W., dann kl. u. r. bis Mn.

10. August 1876.

Zeit.	Lufttemperatur.	Ackererde schwarze Oberfl. naß.	Ackererde schwarze Oberfl. trocken.	Ackererde weiße Oberfl. naß.	Ackererde weiße Oberfl. trocken.
12 Uhr	15,4	21,7	24,2	20,9	22,9
2 „	14,2	21,4	24,0	20,6	22,7
4 „	13,6	20,9	23,5	20,4	22,2
6 „	16,3	20,5	23,0	20,0	21,7
8 „	21,7	20,0	22,5	19,6	21,2
10 „	27,0	19,7	21,9	19,4	20,9
12 „	29,1	19,7	21,6	19,4	20,8
2 „	29,1	20,1	21,7	19,5	21,2
4 „	28,6	20,7	22,2	19,9	21,7
6 „	25,8	21,2	22,8	20,2	22,4
8 „	20,4	21,5	23,5	20,5	22,8
10 „	16,8	21,6	23,7	20,6	23,0
Mittel	21,50	**20,75**	**22,88**	**20,08**	**21,96**
Schwankungen	14,5	1,7	2,6	1,5	2,2

Witterung.

Kl. u. schw. W. Von 8½ U. Vorm. ab th. bew. u. st. W. bis 1 U., dann bew. u. st. W. Ab. bis Mn. kl.

11. August 1876.

Zeit.	Luft-temperatur.	Ackererde schwarze Oberfl. naß.	Ackererde schwarze Oberfl. trocken.	Ackererde weiße Oberfl. naß.	Ackererde weiße Oberfl. trocken.
12 Uhr	13,2	21,5	23,8	20,6	23,0
2 „	12,0	21,2	23,5	20,5	22,7
4 „	10,6	20,6	23,0	20,1	22,1
6 „	12,4	20,1	22,4	19,7	21,5
8 „	22,4	19,5	21,7	19,3	20,8
10 „	27,1	19,2	21,1	19,0	20,4
12 „	28,0	19,3	21,0	19,0	20,4
2 „	29,4	19,8	21,2	19,2	20,8
4 „	28,6	20,5	21,8	19,6	21,4
6 „	25,3	21,3	22,7	20,1	22,1
8 „	20,0	21,8	23,5	20,5	22,7
10 „	15,0	22,0	24,2	21,0	23,1
Mittel	20,33	20,57	22,49	19,88	21,75
Schwankungen	18,8	2,8	3,2	2,0	2,7

Witterung:
Kl. u. schw. W. Von Ab. 6 U. ab kl. u. r.

12. August 1876.

Zeit.	Luft-temperatur.	Ackererde schwarze Oberfl. naß.	Ackererde schwarze Oberfl. trocken.	Ackererde weiße Oberfl. naß.	Ackererde weiße Oberfl. trocken.
12 Uhr	13,0	21,8	24,2	21,0	23,0
2 „	12,6	21,4	23,7	20,8	22,6
4 „	12,0	21,0	23,5	20,5	22,2
6 „	13,8	20,6	23,0	20,2	21,6
8 „	21,7	20,0	22,2	19,7	21,1
10 „	25,4	19,6	21,7	19,4	20,8
12 „	27,6	19,7	21,4	19,4	20,6
2 „	27,8	20,2	21,5	19,5	20,9
4 „	27,4	20,7	22,2	19,8	21,5
6 „	24,0	21,4	22,8	20,2	22,0
8 „	20,6	21,8	23,4	20,5	22,5
10 „	18,7	22,0	24,0	21,0	22,7
Mittel	20,38	20,85	22,80	20,17	21,79
Schwankungen	15,8	2,4	2,8	1,6	2,4

Witterung:
Den ganzen Tag kl. Von 6—10 U. Vorm. schw. W., von da ab st. W. Ab. v. 6 U. ab schw. W.

13. August 1876.

Zeit.	Lufttemperatur.	Ackererde schwarze Oberfl. naß.	Ackererde schwarze Oberfl. trocken.	Ackererde weiße Oberfl. naß.	Ackererde weiße Oberfl. trocken.
12 Uhr	14,8	21,7	24,0	20,8	22,7
2 „	11,8	21,4	23,8	20,7	22,5
4 „	10,4	20,9	23,4	20,4	22,2
6 „	14,6	20,3	22,7	19,9	21,4
8 „	19,7	19,8	22,0	19,6	20,9
10 „	25,1	19,4	21,5	19,3	20,5
12 „	26,8	19,5	21,2	19,2	20,2
2 „	29,4	19,9	21,2	19,3	20,5
4 „	29,0	20,7	21,8	19,7	21,2
6 „	24,6	21,4	22,6	20,1	21,9
8 „	21,0	21,8	23,2	20,6	22,5
10 „	19,0	22,0	23,8	21,0	22,7
Mittel	20,52	20,73	22,60	20,05	21,60
Schwankungen	19,0	2,6	2,8	1,8	2,5

Witterung:
Kl. u. schw. W. bis Vorm. 10 U., dann bis Ab. st. W. Von 8 U. Ab. ab r., sonst kl.

Das Mittel sämmtlicher Beobachtungen:

	Ackererde schwarze Oberfläche naß.	Ackererde schwarze Oberfläche trocken.	Ackererde weiße Oberfläche naß.	Ackererde weiße Oberfläche trocken.
Bodentemperatur vom 5.—13. August 1876:	21,06° C	23,19° C	20,38° C	22,24° C
Schwankungen:	2,41 „	2,90 „	1,68 „	2,49.

Versuch V.

24. Oktober 1876.

Zeit.	Lufttemperatur.	Ackererde schwarze Oberfl.		Ackererde weiße Oberfl.	
		naß.	trocken.	naß.	trocken.
12 Uhr	2,5	8,9	10,1	9,0	9,3
2 „	4,7	8,5	9,7	8,8	9,0
4 „	5,2	8,4	9,5	8,5	8,9
6 „	5,6	8,3	9,2	8,4	8,6
8 „	6,0	8,1	8,9	8,3	8,4
10 „	6,9	8,1	8,9	8,3	8,4
12 „	7,4	8,1	8,9	8,2	8,3
2 „	7,8	8,2	8,9	8,2	8,4
4 „	6,8	8,3	9,0	8,3	8,5
6 „	6,3	8,5	9,1	8,4	8,6
8 „	6,2	8,5	9,2	8,4	8,7
10 „	5,4	8,4	9,2	8,4	8,7
Mittel	5,90	8,36	9,22	8,43	8,65
Schwankungen	5,3	0,8	1,2	0,8	1,0

Witterung:

Bew. u. nb.

25. Oktober 1876.

Zeit.	Lufttemperatur.	Ackererde schwarze Oberfl.		Ackererde weiße Oberfl.	
		naß.	trocken.	naß.	trocken.
12 Uhr	5,4	8,4	9,1	8,4	8,7
2 „	5,4	8,3	9,0	8,3	8,7
4 „	5,4	8,3	9,0	8,2	8,6
6 „	5,2	8,2	8,8	8,2	8,5
8 „	5,6	8,1	8,7	8,2	8,5
10 „	6,8	8,1	8,6	8,1	8,4
12 „	6,5	8,1	8,6	8,0	8,4
2 „	6,5	8,0	8,6	8,0	8,4
4 „	5,9	8,0	8,5	8,1	8,4
6 „	5,3	8,0	8,5	8,1	8,4
8 „	5,3	8,0	8,5	8,1	8,4
10 „	5,3	8,0	8,4	8,1	8,4
Mittel	5,72	8,12	8,69	8,15	8,48
Schwankungen	1,6	0,4	0,7	0,4	0,3

Witterung:

Fr. bew. u. r. Sonst st. nb.

26. Oktober 1876.

Zeit.	Lufttemperatur.	Ackererde schwarze Oberfl.		Ackererde weiße Oberfl.	
		naß.	trocken.	naß.	trocken.
12 Uhr	5,2	7,9	8,3	8,0	8,3
2 „	5,2	7,9	8,3	8,0	8,3
4 „	5,0	7,8	8,3	7,9	8,2
6 „	4,7	7,7	8,3	7,9	8,2
8 „	5,1	7,7	8,2	7,8	8,1
10 „	5,2	7,7	8,1	7,8	8,0
12 „	6,1	7,6	8,1	7,7	8,0
2 „	6,8	7,6	8,1	7,7	7,8
4 „	6,4	7,6	8,1	7,8	7,9
6 „	6,0	7,6	8,0	7,7	7,9
8 „	6,0	7,6	8,1	7,7	7,9
10 „	6,0	7,6	8,1	7,7	7,9
Mittel	5,64	7,69	8,17	7,61	8,04
Schwankungen	2,1	0,3	0,3	0,3	0,5

Witterung:

Bis Vorm. nb., Nachm. bis N. bew.

27. Oktober 1876.

Zeit.	Lufttemperatur.	Ackererde schwarze Oberfl.		Ackererde weiße Oberfl.	
		naß.	trocken.	naß.	trocken.
12 Uhr	6,0	7,6	8,1	7,6	7,9
2 „	6,0	7,6	8,0	7,6	7,9
4 „	5,7	7,6	8,0	7,6	7,9
6 „	5,4	7,6	8,0	7,6	7,9
8 „	6,0	7,6	8,0	7,6	7,9
10 „	8,1	7,7	8,2	7,9	8,0
12 „	8,6	7,7	8,2	7,9	8,1
2 „	9,9	8,0	8,4	7,9	8,4
4 „	8,4	8,2	8,7	7,9	8,6
6 „	7,2	8,4	9,0	8,1	8,9
8 „	6,4	8,4	9,2	8,1	9,0
10 „	5,3	8,4	9,3	8,2	9,0
Mittel	6,92	7,89	8,42	7,83	8,29
Schwankungen	4,5	0,8	1,3	0,6	1,1

Witterung:

Von Mn. bis fr. bew. Von 8 bis 11 U. abw. bew. u. schw. W. Von 11 U. Vorm. bis Nachm. 2 U. bew. u. schw. W., von da ab bis 4 U. Nachm. kl., dann ver. u. schw. W. Von Mn. bis fr. 7 U. bed.

28. Oktober 1876.

Zeit.	Lufttemperatur.	Ackererde schwarze Oberfl. naß.	Ackererde schwarze Oberfl. trocken.	Ackererde weiße Oberfl. naß.	Ackererde weiße Oberfl. trocken.
12 Uhr	4,2	8,3	9,2	8,2	8,9
2 „	2,6	8,1	9,2	8,2	8,8
4 „	2,8	7,8	8,9	8,1	8,5
6 „	3,0	7,6	8,7	7,9	8,3
8 „	3,8	7,4	8,4	7,6	8,0
10 „	6,0	7,2	8,2	7,1	7,8
12 „	6,8	7,2	8,0	7,0	7,7
2 „	6,4	7,4	8,1	7,1	7,8
4 „	5,9	7,5	8,2	7,2	7,8
6 „	5,4	7,5	8,2	7,2	7,9
8 „	4,8	7,5	8,2	7,2	7,9
10 „	4,4	7,4	8,2	7,2	7,8
Mittel	4,67	7,57	8,46	7,50	8,10
Schwankungen	4,0	1,1	1,2	1,2	1,2

Witterung:

Von Mn. bis M. abw. bew. u. nb. dann bew. u. r.

29. Oktober 1876.

Zeit.	Lufttemperatur.	Ackererde schwarze Oberfl. naß.	Ackererde schwarze Oberfl. trocken.	Ackererde weiße Oberfl. naß.	Ackererde weiße Oberfl. trocken.
12 Uhr	4,3	7,2	8,1	7,1	7,7
2 „	4,2	7,1	8,0	7,1	7,6
4 „	4,1	7,0	7,9	7,1	7,5
6 „	4,0	7,0	7,8	7,0	7,4
8 „	4,2	6,9	7,6	6,9	7,3
10 „	5,2	6,8	7,5	6,8	7,2
12 „	6,1	6,6	7,5	6,8	7,1
2 „	7,4	6,9	7,5	6,9	7,2
4 „	6,4	7,1	7,6	6,9	7,4
6 „	5,6	7,2	7,8	7,0	7,5
8 „	5,2	7,3	7,8	7,0	7,5
10 „	5,0	7,2	7,8	7,0	7,5
Mittel	5,14	7,02	7,74	6,97	7,41
Schwankungen	3,4	0,7	0,6	0,3	0,6

Witterung:

Bew. u. nb.

Das Mittel sämmtlicher Beobachtungen:

	Ackererde schwarze Oberfläche naß.	Ackererde schwarze Oberfläche trocken.	Ackererde weiße Oberfläche naß.	Ackererde weiße Oberfläche trocken.
Bodentemperatur v. 24.—29. Oktober 1876:	7,77°C	8,45°C	7,74°C	8,16°C
Schwankungen:	0,68 „	0,88 „	0,60 „	0,78 „.

In den beiden folgenden Versuchen (VI und VII) wurden die Böden im nassen, feuchten und trockenen Zustande bei schwarzer und weißer, künstlich hergestellter Farbe ihrer Oberfläche verwendet.

Die nachfolgenden Tabellen enthalten die Beobachtungsresultate:

Versuch VI.

19. August 1878.

Zeit.	Lufttemperatur.	Lehm schwarze Oberfläche. naß.	feucht.	trocken.	Lehm weiße Oberfläche. naß.	feucht.	trocken.
12 Uhr	16,2	16,6	16,0	17,6	16,3	16,7	17,2
2 „	12,6	14,8	13,8	15,6	14,6	13,6	14,8
4 „	9,7	13,6	12,6	13,8	13,3	12,2	13,3
6 „	12,2	12,4	11,3	12,5	12,2	10,8	11,7
8 „	16,0	11,8	11,1	11,9	11,6	10,6	11,1
10 „	22,5	13,8	14,2	13,6	13,3	13,1	12,7
12 „	25,5	18,7	20,2	19,0	17,4	18,4	17,6
2 „	24,4	22,9	25,7	24,0	21,4	22,8	21,9
4 „	19,2	24,4	26,9	26,6	23,0	24,0	24,0
6 „	17,8	23,3	24,5	25,6	22,2	22,4	23,2
8 „	16,9	21,8	22,2	23,6	21,0	20,8	21,6
10 „	16,6	20,0	19,7	21,2	19,4	18,7	19,6
Mittel	17,46	**17,84**	**18,18**	**18,75**	**17,14**	**17,00**	**17,39**
Schwankungen	15,8	12,6	15,8	14,7	11,4	13,4	12,9

Witterung:

Fr. r. Vorm. schw. W. M. st. W., dann bew. Von 4 U. Nachm. ab R., dann bew. u. ver. Von 11³/₄ U. Ab. ab st. R. Von 3 U. Nachm. ab bed.

20. August 1878.

Zeit.	Lufttemperatur.	Lehm schwarze Oberfläche. naß.	feucht.	trocken.	Lehm weiße Oberfläche. naß.	feucht.	trocken.
12 Uhr	16,0	19,0	18,1	20,5	18,4	18,4	18,0
2 „	15,6	18,4	17,3	19,0	17,5	17,3	17,0
4 „	14,6	17,2	16,7	17,9	16,8	16,0	16,2
6 „	13,8	16,2	15,7	16,5	15,9	15,2	15,7
8 „	19,0	15,8	15,5	16,0	15,5	14,9	15,3
10 „	17,0	16,8	17,3	17,2	16,6	16,3	16,2
12 „	18,0	17,4	13,6	18,2	16,7	17,0	17,0
2 „	17,9	17,4	18,0	18,4	16,8	17,1	17,2
4 „	19,2	17,4	18,0	18,4	17,0	17,3	17,5
6 „	17,3	17,6	18,2	18,6	17,2	17,6	17,9
8 „	14,4	17,4	17,8	18,4	17,0	17,4	17,8
10 „	14,2	16,6	16,9	17,6	16,4	16,5	17,0
Mittel	16,41	**17,27**	**17,34**	**18,05**	**16,82**	**16,75**	**16,90**
Schwankungen	5,4	3,2	3,1	4,5	2,9	3,5	2,7

Witterung:

St. R. bis 2 U. Mg. dann schw. R., Von 3 U. Mg. ab ver. u. mst. W. Von 10—12 U. Vorm. st. R. u. st. W. dann schw. R. Von 2 U. Nachm. ab St. Ab. 7—12 U. R. u. schw. W. Von 12—4 U. Mg. u. Vorm. 10 U. ab bed.

23. August 1878.

Zeit.	Lufttemperatur.	Lehm schwarze Oberfläche. naß.	feucht.	trocken.	Lehm weiße Oberfläche. naß.	feucht.	trocken.
12 Uhr	14,2	15,0	14,7	16,0	14,6	14,2	15,6
2 „	13,3	14,4	13,8	14,8	14,0	13,4	14,4
4 „	13,4	13,6	13,2	14,2	13,6	12,8	13,6
6 „	13,3	13,3	13,0	13,6	13,1	12,7	13,2
8 „	15,4	13,2	13,1	13,5	13,0	12,8	13,1
10 „	19,4	14,4	14,8	14,7	13,9	14,1	14,0
12 „	22,7	16,8	17,7	17,1	15,8	16,6	16,2
2 „	22,1	20,1	21,3	20,8	18,6	19,4	19,1
4 „	19,3	21,2	22,0	22,4	19,7	20,3	20,4
6 „	18,2	20,9	21,2	22,2	19,8	20,0	20,4
8 „	16,4	20,4	20,2	21,4	19,4	19,2	20,0
10 „	15,6	19,4	19,1	20,2	18,7	18,2	19,0
Mittel	16,94	**16,89**	**17,00**	**17,57**	**16,18**	**16,14**	**16,58**
Schwankungen	9,4	8,0	9,0	8,9	6,8	7,6	7,3

Witterung:

Bew. Von 5—6 U. Mg. R., dann ver. und schw. W. M. r. Von 4 U. 15 Min. Nachm. bis 7 U. 15 Min. Ab. schw. R., dann ver. Gegen Mn. th. kl. th. bew. Von 5—6 U. Mg. u. 3—7¹/₂ U. Ab. bed.

24. August 1878.

Zeit.	Lufttemperatur.	Lehm schwarze Oberfläche. naß.	feucht.	trocken.	Lehm weiße Oberfläche. naß.	feucht.	trocken.
12 Uhr	14,8	18,4	17,9	19,0	17,8	17,2	17,9
2 „	14,8	17,0	16,4	17,0	16,6	15,6	16,4
4 „	15,0	16,2	15,6	16,4	15,8	15,0	15,6
6 „	14,1	15,5	15,0	15,8	15,2	14,6	15,0
8 „	14,0	15,0	14,6	15,3	14,8	14,3	14,6
10 „	16,4	14,8	14,5	15,0	14,6	14,2	14,4
12 „	19,4	15,0	15,0	15,3	14,9	14,8	14,9
2 „	21,6	15,9	16,4	16,2	15,6	16,2	16,0
4 „	21,1	18,8	20,1	19,5	17,8	18,7	18,3
6 „	19,0	20,2	21,5	21,5	18,8	19,4	19,4
8 „	14,0	19,8	20,4	21,4	18,5	18,6	19,4
10 „	12,8	18,4	18,6	19,9	17,4	17,1	18,0
Mittel	16,41	**17,08**	**17,16**	**17,69**	**16,48**	**16,31**	**16,66**
Schwankungen	8,8	5,4	7,0	6,5	4,2	5,2	5,0

Witterung:

Mn. kl. Gegen Mg. bew. Von 5 U. ab st. R. Von 9—11 U. schw. R., dann bew. Von 6¹/₂ U. ab. R.

Von 4 U. Mg. bis 12¹/₂ U. M. und 5 U. Nachm. ab bed.

Versuch VII.

12. August 1879.

Zeit.	Lufttemperatur.	Quarzsand					
		schwarz.			weiß.		
		naß.	feucht.	trocken.	naß.	feucht.	trocken.
12 Uhr	9,1	13,4	11,2	14,6	12,8	11,0	14,4
2 "	7,6	11,0	9,0	11,8	10,6	9,0	11,0
4 "	6,2	8,6	6,8	9,0	8,4	6,8	9,6
6 "	10,7	7,4	5,6	7,8	7,2	5,6	8,2
8 "	16,5	10,0	10,4	8,4	9,2	9,2	8,1
10 "	20,2	16,8	17,2	13,6	14,0	15,0	11,2
12 "	22,0	21,6	22,4	19,9	17,8	19,2	15,2
2 "	24,0	25,2	27,0	26,2	21,6	23,2	19,6
4 "	24,1	27,4	29,2	30,7	24,0	25,2	22,8
6 "	20,2	26,4	26,6	24,4	23,4	23,4	24,0
8 "	16,0	22,8	22,6	23,9	20,4	19,6	22,2
10 "	11,5	18,8	16,4	23,4	17,6	15,4	20,2
Mittel	15,70	**17,45**	**17,03**	**17,81**	**15,59**	**15,22**	**15,54**
Schwankungen	18,2	20,0	**23,6**	22,9	16,8	**19,6**	15,9

Witterung:

Kl. u. schw. W., Ab. r.

13. August 1879.

Zeit.	Lufttemperatur.	Quarzsand					
		schwarz.			weiß.		
		naß.	feucht.	trocken.	naß.	feucht.	trocken.
12 Uhr	10,4	15,5	13,4	18,8	14,6	12,6	16,6
2 "	7,8	12,0	9,6	14,0	11,8	9,6	13,4
4 "	7,4	10,0	7,8	11,4	9,8	7,8	11,2
6 "	10,5	8,4	6,4	9,0	8,2	6,4	9,3
8 "	17,9	10,7	11,0	9,4	10,0	9,9	9,0
10 "	22,0	17,2	18,4	14,6	14,7	15,9	12,2
12 "	23,6	22,6	24,8	21,2	19,0	20,6	16,4
2 "	24,7	26,0	29,8	27,0	22,5	24,4	20,6
4 "	25,6	28,2	32,6	31,6	25,0	26,4	24,0
6 "	21,6	27,4	30,2	32,6	24,6	25,0	25,1
8 "	15,8	23,6	23,8	29,6	22,0	21,0	24,2
10 "	11,8	19,0	17,2	23,8	18,2	15,9	20,8
Mittel	16,59	**18,38**	**18,75**	**20,25**	**16,70**	**16,29**	**16,90**
Schwankungen	18,2	19,8	**26,2**	23,6	16,8	**20,0**	16,1

Witterung:

Kl. u. schw. W.

14. August 1879.

12 Uhr	10,4	15,4	13,2	18,8	15,0	12,6	17,4
2 "	8,8	12,2	10,2	14,5	12,2	10,0	14,0
4 "	7,6	10,4	8,6	11,8	10,4	8,4	11,8
6 "	12,0	9,0	7,2	10,0	8,9	7,1	10,2
8 "	19,6	11,6	12,4	10,4	10,8	11,2	10,0
10 "	22,9	18,2	19,9	15,4	15,6	17,0	13,0
12 "	25,5	23,4	26,8	22,0	20,4	21,6	17,4
2 "	26,2	26,8	31,8	28,0	23,7	26,4	22,0
4 "	26,3	28,8	34,1	32,4	25,8	28,8	25,2
6 "	22,4	27,4	30,6	32,9	25,0	26,8	26,2
8 "	17,2	23,0	23,4	29,0	22,8	21,8	24,6
10 "	15,8	19,0	18,6	24,3	18,6	17,6	21,8
Mittel	17,89	**18,77**	**19,73**	**20,79**	**17,43**	**17,44**	**17,80**
Schwankungen	18,7	19,8	**26,9**	22,9	16,9	**21,7**	16,2

Witterung:

Kl. u. schw. W. bis M., dann mst. W. Ab. 8 U. th. bew. und r., dann kl.

15. August 1879.

12 Uhr	10,8	15,6	14,2	19,2	15,4	13,8	18,2
2 "	9,6	13,8	12,3	16,0	13,6	11,9	15,8
4 "	8,8	11,8	10,2	13,8	11,8	10,0	13,8
6 "	12,2	10,4	9,0	11,6	10,3	9,0	11,9
8 "	19,0	13,2	14,2	12,2	12,6	13,0	11,6
10 "	22,6	19,0	21,0	16,8	16,9	18,3	14,6
12 "	25,0	23,6	27,4	23,1	20,9	23,5	19,0
2 "	25,2	26,2	31,2	27,8	23,8	27,3	22,8
4 "	23,6	26,8	31,1	30,6	24,7	27,8	25,1
6 "	21,4	25,2	28,0	30,2	23,6	25,6	25,4
8 "	17,8	21,2	22,2	27,2	20,6	21,2	23,8
10 "	13,4	18,0	17,8	23,0	17,8	17,3	21,2
Mittel	17,45	**18,73**	**19,88**	**20,96**	**17,67**	**18,22**	**18,60**
Schwankungen	16,4	16,4	**22,2**	19,0	14,4	**18,8**	13,8

Witterung:

Bis M. kl. u. schw. W., dann mst. W. Ab. r.

Das Mittel der Beobachtungen betrug:

Versuch VI.

	Lehm schwarze Oberfläche			Lehm weiße Oberfläche		
	naß.	feucht.	trocken.	naß.	feucht.	trocken.
Bodentemperatur	°C	°C	°C	°C	°C	°C
vom 19., 20., 23., 24. August 1878:	17,27	17,42	18,01	16,65	16,54	16,88
Schwankungen:	7,30	8,72	8,65	6,32	7,42	7,00

Versuch VII.

	Quarzsand schwarze Oberfläche			Quarzsand weiße Oberfläche		
	naß.	feucht.	trocken.	naß.	feucht.	trocken.
Bodentemperatur	°C	°C	°C	°C	°C	°C
vom 2.—14. August 1879:	18,33	18,85	19,95	16,85	16,79	17,10
Schwankungen:	19,00	24,72	20,02	16,22	20,02	15,50.

In den nun folgenden Versuchen sollten die Temperaturunterschiede verschieden natürlich (VIII) und künstlich gefärbter Böden (IX) bei ungehindertem Zutritt der atmosphärischen Niederschläge, während einzelner Zeitabschnitte des Sommers (VIII und IX), sowie während der ganzen Vegetationsperiode (X) festgestellt werden. Die Ablesungen in Versuch X wurden dreimal des Tages, und zwar früh um 7 Uhr, Mittags um 12 und Abends um $5^1/_2$ Uhr vorgenommen.

Die Resultate der Temperaturbeobachtungen sind in folgenden Tabellen verzeichnet.

Versuch VIII.

18. Juli 1878.

Zeit.	Lufttemperatur.	Bodentemperatur in der Oberfläche.				Bodentemperatur in 20 cm Tiefe.			
		Quarzsand		Kalksand		Quarzsand		Kalksand	
		weiß.	gelb.	hellgrau.	dunkelbraun.	weiß.	gelb.	hellgrau.	dunkelbraun.
12 Uhr	12,0	13,6	13,6	13,6	13,6	17,4	17,4	17,6	18,0
2 „	10,6	12,8	12,8	12,6	12,6	16,4	16,4	16,6	17,0
4 „	10,4	12,0	12,4	12,0	12,2	15,6	15,6	16,0	16,2
6 „	17,8	13,6	13,3	13,2	13,3	15,0	14,8	15,2	15,3
8 „	21,4	20,0	19,6	23,2	19,2	16,4	16,0	15,9	15,5
10 „	23,8	27,3	26,7	24,2	25,9	19,8	19,4	18,2	17,6
12 „	25,9	32,0	29,2	28,4	30,4	23,0	22,4	20,4	20,0
2 „	27,4	33,4	32,7	30,0	32,0	25,6	24,9	22,7	22,4
4 „	28,0	31,4	31,0	28,6	30,6	26,2	25,6	23,6	23,7
6 „	25,4	26,4	26,8	25,1	26,6	25,2	25,0	23,6	24,2
8 „	19,4	20,6	21,0	20,2	21,6	22,8	22,8	22,2	23,2
10 „	17,0	18,4	18,7	18,2	18,9	21,0	21,2	20,9	21,6
Mittel	19,92	21,79	24,48	20,61	21,41	20,37	20,12	19,41	19,56
Schwankungen	17,6	21,4	20,3	18,0	19,8	11,2	10,8	8,4	8,9

Witterung:

Kl. u. schw. W.

19. Juli 1878.

12 Uhr	16,0	16,6	16,8	16,4	16,8	19,6	19,5	19,6	20,2
2 „	15,5	15,8	15,8	15,8	15,8	18,6	18,5	18,8	19,5
4 „	14,4	15,2	15,4	15,1	15,2	18,2	18,2	18,4	19,0
6 „	17,2	16,2	16,2	15,8	16,0	17,6	17,4	17,7	18,0
8 „	22,4	21,6	21,6	20,3	21,4	18,6	18,4	18,2	18,2
10 „	24,4	25,5	25,4	23,6	24,6	20,6	20,4	19,7	19,5
12 „	24,4	30,2	30,4	27,8	29,5	23,4	23,0	21,6	21,2
2 „	27,0	32,8	32,8	30,0	31,7	25,8	25,5	23,6	23,2
4 „	26,9	30,5	30,8	28,2	29,8	26,0	25,9	24,1	21,1
6 „	24,1	25,8	26,7	24,8	26,0	25,3	25,6	24,2	25,0
8 „	20,8	22,0	22,4	21,0	22,4	23,6	23,9	23,2	24,0
10 „	17,2	19,0	19,6	18,6	19,4	21,6	22,0	21,6	22,5
Mittel	20,86	22,60	22,82	21,45	22,38	21,57	21,52	20,89	21,20
Schwankungen	12,6	17,6	17,4	14,9	16,5	8,4	8,5	6,5	7,0

Witterung:

Kl. u. schw. W.

20. Juli 1878.

Zeit.	Lufttemperatur.	Bodentemperatur in der Oberfläche.				Bodentemperatur in 10 cm Tiefe.			
		Quarzsand		Kalksand		Quarzsand		Kalksand	
		weiß.	gelb.	hellgrau.	dunkelbraun.	weiß.	gelb.	hellgrau.	dunkelbraun.
12 Uhr	15,8	17,6	17,6	17,0	17,8	20,4	20,6	20,4	21,2
2 „	14,4	16,4	16,4	16,0	16,4	19,4	19,4	19,5	20,2
4 „	13,4	15,6	15,8	15,6	15,6	18,8	18,8	19,0	19,4
6 „	21,8	16,8	16,6	16,4	16,8	18,0	18,0	18,3	18,6
8 „	23,4	22,4	22,3	21,0	21,7	19,2	19,0	18,8	18,8
10 „	23,2	27,3	27,4	25,2	26,4	21,3	21,2	21,3	20,1
12 „	26,0	32,8	33,0	29,8	31,6	24,4	24,3	22,4	22,0
2 „	27,4	34,4	34,8	31,2	32,4	27,2	27,2	24,6	24,6
4 „	27,1	32,2	33,0	29,6	30,8	27,8	28,0	25,4	25,6
6 „	24,0	26,8	28,0	25,4	26,2	26,3	26,8	25,0	25,8
8 „	19,7	21,8	22,4	20,6	21,8	24,2	24,8	23,8	24,6
10 „	16,7	18,4	18,8	17,2	18,0	21,6	21,9	21,5	22,2
Mittel	21,07	23,54	23,84	22,08	22,96	**22,38**	**22,50**	**21,67**	**21,92**
Schwankungen	14,0	18,8	19,0	15,6	16,8	9,8	10,0	7,1	7,2

Witterung:

Kl. Von 11 U. N. ab der Himmel leicht überzogen.

21. Juli 1878.

12 Uhr	16,8	17,4	17,6	16,3	16,8	21,0	21,0	20,7	21,4
2 „	11,6	15,4	15,6	14,8	15,2	19,4	19,4	19,4	20,0
4 „	11,6	14,4	14,6	14,0	14,0	18,2	18,2	18,4	18,8
6 „	13,6	15,2	15,6	15,0	15,0	17,8	17,6	17,8	18,1
8 „	18,4	19,4	19,6	18,4	18,4	18,6	18,4	18,2	18,1
10 „	22,1	23,4	23,6	21,9	22,2	19,8	19,6	19,0	18,8
12 „	22,4	23,4	23,9	22,3	22,6	21,0	20,9	20,1	19,8
2 „	23,8	24,0	24,4	22,8	23,4	21,3	21,2	20,5	20,5
4 „	26,4	27,4	28,2	26,1	26,6	22,8	22,7	21,6	21,3
6 „	24,2	25,0	25,8	24,0	24,4	23,3	23,6	22,5	22,3
8 „	20,6	20,6	21,1	19,8	20,8	21,8	22,2	21,6	22,1
10 „	18,8	18,6	18,6	17,6	18,4	20,4	20,6	20,4	21,1
Mittel	19,19	20,35	20,72	19,42	19,82	**20,45**	**20,45**	**20,02**	**20,19**
Schwankungen	14,8	13,0	13,6	12,1	12,6	5,5	6,0	4,7	4,2

Witterung:

Bis fr. der Himmel leicht bew. Von 8—10 U. Vorm. bew. u. schw. W., dann abw. bew. Ab. kl.

Versuch IX.

18. Juli 1878.

Zeit.	Lufttemperatur.	Bodentemperatur in der Oberfläche. Lehm schwarz.	Lehm weiß.	Quarzsand schwarz.	Quarzsand weiß.	Kalksand schwarz.	Kalksand weiß.	Bodentemperatur in 10 cm Tiefe. Lehm schwarz.	Lehm weiß.	Quarzsand schwarz.	Quarzsand weiß.	Kalksand schwarz.	Kalksand weiß.
12 Uhr	12,0	15,4	13,8	15,4	14,8	14,0	12,0	19,8	18,0	18,8	18,0	18,2	17,0
2 „	10,6	14,2	12,6	14,4	13,8	13,0	12,0	18,6	17,4	17,6	17,0	17,2	16,0
4 „	10,4	13,4	12,2	13,6	13,2	12,4	11,4	17,8	16,6	17,0	16,4	16,4	15,4
6 „	17,8	14,0	13,0	14,8	13,7	13,4	13,6	16,8	16,0	16,0	15,7	15,8	14,6
8 „	21,4	20,5	18,0	22,6	18,7	20,2	18,0	16,8	16,1	17,2	16,6	15,4	15,4
10 „	23,8	27,9	24,1	30,8	25,0	26,5	23,4	18,8	17,6	20,4	19,6	19,0	17,8
12 „	25,9	35,7	29,7	39,2	30,8	31,3	27,6	21,6	19,8	24,0	22,4	21,6	20,0
2 „	27,4	38,4	31,8	40,6	33,0	32,3	28,9	24,7	22,3	26,8	25,0	23,9	22,1
4 „	28,0	36,6	30,3	38,0	31,6	30,6	27,3	26,2	23,5	27,8	25,9	24,8	23,0
6 „	25,4	31,4	26,5	31,0	27,6	26,2	24,0	26,5	23,7	27,2	25,4	24,6	23,0
8 „	19,4	23,8	21,0	22,4	21,7	20,8	19,6	25,0	22,6	24,6	23,6	23,2	21,7
10 „	17,0	20,6	18,4	20,0	19,4	18,6	17,7	23,2	21,4	22,8	21,6	21,4	20,4
Mittel	19,92	24,32	20,95	25,23	21,94	21,61	19,62	21,32	19,58	21,68	20,60	20,12	18,87
Schwankungen	17,6	25,0	19,6	27,0	19,8	19,9	17,5	9,7	7,7	11,8	10,2	9,4	8,4

Witterung:

Kl. u. schw. W.

19. Juli 1878.

Zeit.	Lufttemperatur.	Oberfläche Lehm schwarz.	Lehm weiß.	Quarzsand schwarz.	Quarzsand weiß.	Kalksand schwarz.	Kalksand weiß.	10 cm Tiefe Lehm schwarz.	Lehm weiß.	Quarzsand schwarz.	Quarzsand weiß.	Kalksand schwarz.	Kalksand weiß.
12 Uhr	16,0	18,2	16,6	18,0	17,6	16,8	16,0	21,4	20,2	20,4	20,2	20,0	19,0
2 „	15,5	17,7	15,8	17,0	16,6	15,8	15,5	20,6	19,6	19,6	19,6	19,0	18,6
4 „	14,4	16,6	15,4	16,6	16,2	15,4	14,8	20,0	19,0	19,2	18,8	18,8	18,0
6 „	17,2	17,0	15,7	17,4	16,6	16,2	15,4	19,0	18,2	18,4	18,0	18,2	17,3
8 „	22,4	22,7	20,0	24,4	20,8	22,4	20,0	19,1	18,3	19,2	18,8	18,8	17,8
10 „	24,4	27,2	23,6	28,8	24,6	25,6	22,6	20,4	19,4	21,2	20,8	20,5	19,4
12 „	24,4	33,8	28,6	35,8	29,4	29,8	26,6	22,6	21,0	24,2	23,0	22,4	21,1
2 „	27,0	37,8	31,6	40,0	32,6	32,2	29,0	25,2	23,0	26,9	25,5	24,5	23,0
4 „	26,9	35,5	29,8	36,5	30,8	30,3	27,2	26,2	23,9	27,4	26,0	25,0	23,5
6 „	24,1	30,6	26,2	30,0	27,1	25,6	24,0	27,0	24,5	27,4	25,8	25,2	23,6
8 „	20,8	25,1	22,3	24,2	23,0	21,7	20,6	25,8	23,6	25,6	24,2	24,0	22,6
10 „	17,2	21,2	19,0	20,6	19,8	18,8	18,2	24,0	22,3	23,4	22,4	22,4	21,2
Mittel	20,86	25,28	22,05	25,77	22,92	22,55	20,82	22,61	21,08	22,74	21,92	21,57	20,42
Schwankungen	12,6	21,2	16,2	23,4	16,4	16,8	14,2	8,0	6,3	9,0	8,0	7,0	6,3

Witterung:

Kl. u. schw. W.

20. Juli 1878.

Zeit.	Luft-temperatur.	Bodentemperatur in der Oberfläche.						Bodentemperatur in 10 cm Tiefe.					
		Lehm		Quarzsand		Kalksand		Lehm		Quarzsand		Kalksand	
		schwarz	weiß.	schwarz	weiß.	schwarz	weiß.	schwarz.	weiß.	schwarz.	weiß.	schwarz.	weiß.
12 Uhr	15,8	19,1	17,4	18,8	18,3	17,4	16,6	22,6	21,2	21,6	21,8	21,2	20,2
2 „	14,4	17,8	16,3	17,6	17,3	17,4	15,6	21,2	20,3	20,4	19,9	20,0	19,2
4 „	13,4	16,8	15,6	16,8	16,5	15,6	15,0	20,6	19,6	19,8	19,4	19,5	18,6
6 „	21,8	17,4	16,2	17,8	16,8	16,8	15,8	19,6	19,0	18,8	18,6	18,6	17,8
8 „	23,4	23,3	20,4	24,4	20,9	22,4	20,0	19,6	19,0	19,8	19,4	19,4	18,5
10 „	23,2	28,2	24,6	31,0	25,4	27,3	23,8	21,1	20,0	22,0	21,2	21,2	20,0
12 „	26,0	36,6	30,6	40,5	31,6	32,4	28,6	23,4	21,8	25,3	23,8	23,4	21,9
2 „	27,4	39,4	32,6	42,6	33,8	36,2	30,2	26,8	24,4	28,4	26,6	26,2	24,2
4 „	27,1	37,6	31,1	39,6	32,4	34,8	28,6	28,2	25,4	29,6	27,4	27,6	24,8
6 „	24,0	31,8	26,6	31,6	28,0	29,0	24,8	28,2	25,4	28,8	26,7	27,4	24,6
8 „	19,7	25,0	21,8	24,0	22,7	22,4	20,5	26,6	24,2	26,4	24,8	25,6	23,2
10 „	16,7	20,2	18,2	20,0	19,2	18,2	17,2	24,0	22,3	23,4	22,3	22,8	21,1
Mittel	21,07	26,10	22,62	27,06	23,57	24,17	21,39	23,49	21,88	23,69	22,66	22,74	21,17
Schwankungen	14,0	22,6	17,0	25,8	17,3	20,6	15,2	8,6	6,4	10,8	8,8	9,0	7,0

Witterung:

Kl. Von 11 U. N. ab der Himmel leicht überzogen.

21. Juli 1878.

12 Uhr	16,8	19,0	17,2	18,9	18,2	17,2	16,4	23,2	21,6	22,6	21,5	22,0	20,4
2 „	11,6	16,8	15,2	16,8	16,4	15,4	14,6	21,6	20,4	20,6	20,0	20,4	19,0
4 „	11,6	15,6	14,3	15,9	15,4	14,4	13,8	20,3	19,2	19,4	18,7	19,0	17,8
6 „	13,6	16,5	15,0	17,2	16,3	15,6	16,6	19,6	18,6	18,8	18,3	18,5	17,4
8 „	18,4	20,9	18,4	22,2	19,8	20,1	18,0	19,6	18,6	19,6	19,0	19,0	17,8
10 „	22,1	25,2	21,8	26,8	23,2	23,8	21,8	20,2	19,2	20,8	20,3	20,0	18,8
12 „	22,4	25,8	22,5	26,7	23,6	23,7	21,4	21,2	20,0	22,2	21,4	21,2	19,8
2 „	23,8	26,2	23,1	27,3	24,2	24,4	22,0	21,8	20,5	22,4	21,7	21,6	20,3
4 „	26,4	30,9	26,4	32,8	28,0	28,3	24,8	22,7	21,3	24,0	23,0	22,6	21,4
6 „	24,2	28,6	24,8	28,7	25,8	25,6	23,2	23,9	22,2	25,2	23,8	23,7	22,2
8 „	20,6	23,0	20,6	22,4	21,6	20,6	19,6	23,5	21,8	23,6	22,6	22,8	21,4
10 „	18,8	20,1	18,2	19,8	19,2	18,0	17,6	22,3	21,0	21,8	21,2	21,2	20,2
Mittel	19,19	22,38	19,79	22,96	20,97	20,59	19,15	21,66	20,37	21,75	20,96	21,00	19,71
Schwankungen	14,8	15,3	12,1	16,9	12,6	13,9	11,0	4,3	3,6	6,4	5,5	5,2	4,8

Witterung:

Bis fr. der Himmel leicht bezogen. Von 8—10 U. Vorm. bew. u. schw. W., dann abw. bew. Ab. kl.

Versuch X.
Mai 1878.

Datum.	Lufttemperatur.	Böden mit natürlicher Farbe.				Böden mit künstlicher Farbe.					
		Quarzsand		Kalksand		Lehm		Quarzsand		Kalksand	
		weiß.	gelb.	hellgrau.	dunkelbraun.	schwarz.	weiß.	schwarz.	weiß.	schwarz.	weiß.
1.—5. Mai	15,65	14,66	14,73	14,37	14,40	14,74	14,08	15,97	15,22	14,87	14,49
6.—10. „	15,23	15,07	15,09	14,71	14,55	15,31	14,33	16,85	15,94	15,40	14,84
11.—15. „	17,20	16,55	16,68	16,15	15,99	17,18	16,05	18,71	18,03	16,95	16,41
16.—20. „	20,55	18,77	18,71	18,03	17,94	19,54	18,44	21,07	20,27	19,08	18,41
21.—25. „	13,67	14,87	14,93	14,39	14,12	15,09	14,45	15,90	15,48	15,14	14,69
26.—31. „	14,42	13,98	13,99	13,71	13,43	14,01	13,58	15,23	14,55	14,22	13,82
Mittel	16,12	**15,65**	**15,68**	**15,23**	**15,07**	**15,98**	**15,15**	**17,29**	**16,58**	**15,94**	**15,44**

Witterung:

		Windrichtung.
1.	Fr. ver. Vorm. u. M. R. Nachm. st. G.-R. Ab. ver. N. R.	W.
2.	Fr. R. u. schw. W., am Tage abw. st. u. schw. R. Ab. ver.	W.
3.	Fr. bew. u. schw. W. M. v. 12 bis 2½ U. R., dann bew. u. ver. W. Ab. st. W. N. kl.	W.
4.	Kl. bis 10 U. Vorm., dann abw. bew. u. schw. W. Ab. ver. N. kl.	O.
5.	Bis 10 U. Vorm. kl., dann abw. bew. und schw. W. bis 5½ U. Nachm., dann kl.	NO.
6.	Kl. u. schw. W. Ab. ver.	O.
7.	Fr. ver. Von 8 U. Mg. an bew. u. st. W. M. r. Um 2 U. Nachm. st. G.-R. bis 5 U., dann ver. N. R.	W. Nachm. ver.
8.	Fr. R. u. schw. W. Von Vorm. 11 U. ab st. W. u. abwechs. st. R. bis 5 U. Nachm., dann ver. Von 6 U. Ab. ab st. R.	W.
9.	Bis Nachm. 5 U. th kl., th. bew. u. mst. W., dann abw. bew.	W. Ab. N.
10.	Fr. nb. u. schw. W. Am Tage u. Ab. meist kl.	N.
11.	Bis Nachm. 5 U. meist kl. u. schw. W., dann abw. bew.	O.
12.	Bis 9 U. Vorm. ver., dann bew. M. abw. bew. u. mst. W. Nachm. G.-R. Ab. u. N. th. R.	Ver. Ab. W.
13.	Bis M. ver. u. mst. W. Nachm. st. W. M. u. Nachm. schw. R. v. kurzer Dauer. Ab. u. N. abw. R.	W.
14.	Bis Vorm. kl., dann bis Nachm. abw. bew., dann meist kl. Ab. u. N. bew.	S.
15.	Bis Vorm. ver., dann bis Ab. abw. bew. Ab. u. N. kl.	SW.
16.	Bis Nachm. meist kl. u. st. W. Nachm. schw. R., dann ver. Ab. u. N. kl.	W.
17.	Kl. u. ver. Wind.	S.
18.	Kl. Vorm. schw. W. Von M. ab r.	Ver.
19.	Bis M. meist kl. M. G. u st. W. Von 5 U. 40 M. bis 6 U. st. G.-R., dann abw. R.	S.
20.	Ver., abw. bew. Ab. mehr kl. N. ver.	W.
21.	Fr. schw. R. u. st. W. Vorm. bew. u. St. Nachm. 3–5 U. R. mit H., dann ver.	SW.
22.	Abw. bew. u. mst. W. Nachm. st. W. Ab. ver. N. meist kl.	Ver.
23.	Bis Nachm. meist kl. u. schw. W., dann r. N. schw. R.	S.
24.	Bis Vorm. 9 U. R., dann st. W. u. abw. R. bis M., dann ver. Ab. u. N. abw. R.	W.
25.	Fr. abw. bew. u. R. u. mst. W. Am Tage st. R. u. mst. W. Ab. u. N. abw. R.	Fr. O. sonst W.
26.	Fr. bew. u. mst. W. Vorm. theilweise st. R. Nachm. bew. u. theilweise R. u. mst. W. Ab. ver. N. kl.	W.
27.	Bis Nachm. kl. u. mst. W., dann abw. bew.	O.
28.	Bew. bis Ab., dann abw. bew. N. R. u. st. W.	Ver.
29.	Bis M. st. W. u. abw. R., dann bis 1 U. St. u. R., dann ver. Von 4–5¼ U. Nachm. abw. R., dann abw. bew. u. st. W.	W.
30.	Bis Vorm. 10 U. ver. u. st. W., dann bew. u. schw. W. bis Ab.	W.
31.	Bis fr. 8¼ U. bew. Bis Nachm. 5 U. abw. bew. u. schw. W., dann bew. Von 5¾ bis 6 U. R. Ab. u. N. ver.	N.

Juni 1878.

Datum.	Luft-temperatur.	Böden mit natürlicher Farbe.				Böden mit künstlicher Farbe.					
		Quarzsand		Kalksand		Lehm		Quarzsand		Kalksand	
		weiß.	gelb.	hellgrau.	dunkelbraun.	schwarz.	weiß.	schwarz.	weiß.	schwarz.	weiß.
1.—5. Juni	15,73	15,86	16,00	15,71	15,52	15,75	15,55	16,60	16,13	16,26	15,95
6.—10. „	17,29	17,09	17,09	16,71	16,48	17,21	16,68	18,40	18,13	17,27	16,86
11.—15. „	19,48	19,90	20,07	19,00	18,65	19,41	19,25	20,93	20,97	19,80	19,19
16.—20. „	15,41	16,73	16,58	16,31	16,21	16,81	16,43	17,60	17,64	17,01	16,53
21.—25. „	20,36	20,45	20,11	19,63	19,30	20,53	19,95	21,35	21,23	21,21	20,75
26.—30. „	20,98	21,12	21,18	20,33	20,11	21,37	20,67	22,57	22,38	21,13	20,61
Mittel	18,21	18,52	18,51	17,95	17,71	18,51	18,09	19,57	19,41	18,78	18,31

Witterung:

		Windrichtung.
1.	Fr. R., dann bis 5 U. Nachm. bew. Von da ab mst. W. u. schw. R.	N. Nachm. W.
2.	Abw. bew. u. schw. W. Um 5 U. Nachm. u. N. schw. R.	W. Ab. ver.
3.	Fr. st. R. Vorm. abw. R. bis Nachm. 2 U., dann abw. bew. u. st. W. Von 6½ U. ab st. R.	S.
4.	Bis 8. U. fr. schw. R. u. schw. W., dann bew. u. schw. W. Ab. u. N. abw. R.	SW.
5.	Bis Nachm. abw. bew. u. mst. W. Nachm. bis Ab. st. G.-R. N. abw. R.	W.
6.	Fr. abw. R., dann bew. u. mst. W. Ab. u. N. abw. bew.	W.
7.	Fr. kl. Am Tage abw. bew. Ab. u. N. kl.	S.
8.	Kl.	N.
9.	Vorm. abw. bew. bis Nachm., dann bew. u. r.	NW. meist S.
10.	Bis 10¼ U. Vorm. bew., schw. R. u. bew., dann abw. bew. Ab. u. N. kl.	S.
11.	Kl. u. schw. W. Ab. u. N. abw. bew.	SO.
12.	Abw. bew. bis Nachm. 4¾ U., dann G. mit St., dann st. W. N. schw. R.	S.
13.	Fr. bis 8 U. kl., dann abw. bew. bis Nachm., dann kl. u. mst. W. Ab. u. N. r. u. ver.	S. Nachm. ver.
14.	Fr. bew. u. r., dann kl. u. schw. W. Nachm. u. N. R.	O.
15.	Fr. st. W. u. abw. R. bis Nachm. 4 U., dann st. R. u. st. W.	W.
16.	Fr. bew. u. st. W., am Tage bew. u. schw. W. N. abw. R.	W.
17.	Bew. u. schw. W. bis Vorm. 11 U., dann abw. bew. u. r. N. kl.	W. Nachm. N.
18.	Meist kl. Nachm. abw. bew. Ab. ver. N. abw. bew.	SO.
19.	Bis Nachm. 4 U. th. bew., von da ab schw. W. u. kl. Ab. bew. u. st. W. N. St.	Ver.
20.	Fr. st. W. u. Staub-R. bis M., dann bew. u. mst W. N. r. u. bew.	W.
21.	Fr. bew. u. r. Von 9 U. Vorm. th. bew. Nachm. meist kl. bis N.	NW. Nachm. O.
22.	Abw. bew. u. schw. W. Ab. u. N. kl.	Ver. N. O.
23.	Bis Nachm. 5 U. meist kl., dann bew., um 5½ U. G. u. schw. W. Von 8½ U. ab st. G.-R.	Ver. Ab. O.
24.	Fr. R., dann bis M. abw. R. Bis Nachm. 4 U. R., dann bew. u. r. Ab. u. N. schw. R.	W.
25.	Bis Nachm. 2½ U. th. bew., von da ab bis 3¼ U. schw. R., dann kl.	Ver.
26.	Fr. th. bew. Von Vorm. 10 U. ab ebenso u. mst. W. Ab. r. N. kl.	Fr. N. sonst ver.
27.	Bis Vorm. 11 U. kl. Von 11—2 U. G. u. schw. R., dann th. bew. u. st. W. N. kl.	Ver.
28.	Bis 10 U. Vorm. meist kl. u. st. W., dann th. bew. u. St. Von 8 U. Ab. ab kl. u. r.	Ver.
29.	Fr. bis 10 U. kl., dann th. bew. Nachm. G. Von 5½—8 U. schw. G.-R. Ab. u. N. ver.	SO.
30.	Fr. ver. u. st. W. Am Tage bew. u. r. Ebenso Ab. u. N.	W.

Juli 1878.

Datum.	Luft-temperatur.	Böden mit natürlicher Farbe.				Böden mit künstlicher Farbe.					
		Quarzsand		Kalksand		Lehm		Quarzsand		Kalksand	
		weiß.	gelb.	hell-grau.	dunkel-braun.	schwarz.	weiß.	schwarz.	weiß.	schwarz.	weiß.
1.—5. Juli	15,48	17,56	17,51	17,17	17,15	17,78	17,57	18,16	18,06	17,90	17,54
6.—10. „	18,16	18,49	18,36	17,98	17,93	18,49	18,28	19,45	19,25	18,46	18,25
11.—15. „	15,74	16,87	16,69	16,62	16,51	16,74	16,77	17,24	17,24	17,01	16,78
16.—20. „	21,63	20,65	20,48	19,47	19,35	21,19	19,63	22,07	21,15	20,36	19,19
21.—25. „	22,95	22,31	22,33	21,30	21,22	22,58	21,47	23,28	22,53	22,90	21,35
26.—31. „	15,91	17,64	17,53	17,52	17,56	17,69	17,71	17,75	17,63	17,92	17,63
Mittel	18,31	**18,92**	**18,82**	**18,34**	**18,29**	**19,08**	**18,57**	**19,66**	**19,31**	**19,09**	**18,46**

Witterung:

	Windrichtung.
1. Fr. th. bew. u. schw. W. Vorm. bis Nachm. 4 U. st. W., dann kl. u. schw. W. Ab. r.	W.
2. Bis 11½ U. Vorm. bew., bis 11¾ U. st. G.-R., dann bew. u. r. bis 2 U., dann abw. R.	Fr. S., dann W.
3. Bis 11 U. Vorm. bew. u. r., dann bis 2 U. Nachm. R. u. schw. W., dann abw. R. u. mst. W.	W.
4. Fr. bew. u. ver. Von 8 U. ab bew. u. abw. R. Ab. u. N. ver.	W.
5. Bis Nachm. 4 U. th. bew. u. st. W. Von da ab bew. u. st. W.	W.
6. Bis 10 U. Vorm. ver. u. mst. W., dann th. bew. u. st. W. Ab. u. N. r.	W.
7. Bis 11 U. Vorm. bew. u. schw. W. M. bis Nachm. 3¾ U. G.-R., dann bew. Ab. schw. R. N. th. bew.	W.
8. Vorm. bew. M. u. Nachm. G.-R. u. mst. W. Ab. u. N. ver.	S. seit M. ver.
9. Bis 8 U. bew. u. schw. R., dann bew. u. schw. W. Nachm. ver. Ab. u. N. th. bew.	W.
10. Bis M. bew. u. schw. W., dann bew. u. st. W. N. th. bew.	S.
11. Fr. bew. u. mst. W. Am Tage abw. R. u. schw. W. Ab. u. N. st. W.	W.
12. Abw. R. u. st. W. Ab. u. N. ver. u. schw. W.	W.
13. Bew. u. schw. W. bis Nachm., dann th. bew. Ab. ver. N. abw. R.	SW. Nchm. NW.
14. Fr. st. R., dann abw. R. u. schw. W. bis M., dann bew. u. st. W. Ab. u. N. bew.	Ver.
15. Bis Nachm. bew. u. schw. W. Nachm. ver. u. st. W. N. th. bew.	W.
16. Th. bew. u. mst. W. bis Nachm. 3 U., von da ab meist kl. u. st. W. Ab. kl. u. schw. W. N. th. bew.	W.
17. Kl. u. schw. W.	SO.
18. Kl.	S. u. ver.
19. Fr. kl, am Tage th. bew. Ab. u. N. kl.	S.
20. Meist kl.	N.
21. Fr. ver. Vorm. u. Nachm. bew. Gegen Ab. th. bew. N. kl.	Ver.
22. Kl. Ab. u. N. th. bew.	Ver.
23. Kl. M. G.-R. u. mst. W., dann kl. Von Nachm. 4 U. ab G., v. 6—6½ U. st. G.-R. u. St., dann ver. Ab. u. N. th. bew.	N. Nachm. ver.
24. Bew. Nachm. zugleich st. W., dann th. bew.	SW.
25. Bis Nachm. 4 U. th. bew. Von da ab bew. u. mst. W. Von 6½ U. Ab. abw. st. G.-R.	W.
26. Abw. R. u. st. W. Ab. ebenso u. schw. W.	W.
27. Bis 11 U. Vorm. R. u. schw. W., dann bew. u. schw. W. Von 6¼ bis 6¾ U. Ab. st. R., dann ver.	W. seit M. ver.
28. Bis Nachm. abw. bew. Vorm. schw. R. Nachm. bew. u. mst. W. Ab. u. N. th. bew. u. r.	W.
29. Bis 8 U. Vorm. kl. Von da ab abw. bew. bis Nachm. 2 U., dann bew. N. schw. R.	N.
30. Fr. abw. R. bis 8 U., dann bew. bis M., schw. R. um 12 U., dann ver. u. mst. W. Ab. u. N. abw. st. G.-R.	Ver.
31. Abw. R. u. schw. W.	W.

August 1878.

Datum.	Lufttemperatur.	Böden mit natürlicher Farbe.				Böden mit künstlicher Farbe.					
		Quarzsand		Kalksand		Lehm		Quarzsand		Kalksand	
		weiß.	gelb.	hellgrau.	dunkelbraun.	schwarz.	weiß.	schwarz.	weiß.	schwarz.	weiß.
1.—5. Aug.	17,57	17,61	17,67	17,36	17,17	17,81	17,60	18,60	18,33	17,81	17,51
6.—10. „	20,39	20,09	20,01	19,59	19,45	20,13	19,99	20,75	20,70	20,05	19,84
11.—15. „	19,68	20,08	19,80	19,52	19,51	20,31	20,13	20,93	20,78	20,18	19,83
16.—20. „	17,69	18,51	18,21	17,99	17,87	18,81	18,57	19,43	19,24	18,55	18,29
21.—25. „	16,07	17,32	17,24	17,14	17,02	17,34	17,34	18,01	17,91	17,75	17,56
26.—31. „	18,36	18,18	18,07	18,04	18,04	18,21	18,25	18,57	18,60	18,55	18,41
Mittel	18,29	**18,63**	**18,50**	**18,27**	**18,17**	**18,77**	**18,65**	**19,38**	**19,26**	**18,81**	**18,57**

Witterung:

	Windrichtung.
1. Fr. bew. u. schw. W. bis M., dann st. W. bis 3¾ U. Nachm., dann st. G.-R. bis 5 U. Von da ab R.	Ver.
2. Bew. u. mst. W. Ab. th. bew. N. kl.	Ver.
3. Ver. u. mst. W. bis Nachm., dann th. bew. u. r.	Ver.
4. Schw. W. u. th. bew. bis Ab., dann kl. u. r.	W.
5. Bis M. kl. u. r. Von da ab th. bew. Nachm., Ab. u. N. kl. u. r.	SW. v. M. ab N.
6. Kl. u. schw. W. N. schw. R.	SO.
7. Bis M. R., dann bew. Nachm. schw. R. Ab. ver.	S. Nachm. ver.
8. Ver. Nachm., Ab. u. N. th. G.-R. u. abw. st. W.	S.
9. Bis 10 U. Vorm. ver., von da ab bis Nachm. 5 U. bew., dann kl.	SW.
10. Kl. u. schw. W. N. schw. G.-R.	O.
11. Bew. u. st. W. N. schw. R., ver. u. r.	Ver.
12. Bis fr. 8½ U. ver., dann abw. bew.	SW.
13. Meist kl. u. mst. W. Ab. bew. u. st. W. Von 8½ U. ab abw. R.	Ver.
14. Bis Vorm. 9½ U. bew. Von da ab R. u. st. W. Ab. u. N. abw. R. u. st. W.	S.
15. Bis 8½ U. Vorm. bew., etwas Staub.-R. u. st. W., dann meist kl. u. st. W. Nachm. ver. u. schw. W. N. R.	W.
16. Bis Nachm. 1 U. R., dann bew. u. schw. W. N. ver. u. st. W.	S.
17. Fr. ver. u. st. W. Von 8½ U. ab St. u. th. bew. bis Nachm. 5 U., dann schw. W. Ab. r. N. kl. u. r.	W.
18. Kl. u. schw. W. Von Nachm. 5 U. ab kl. u. r.	SO.
19. Bis M. ver. Von da ab bis 3¾ U. Nachm. st. W., dann schw. W. Von 4 U. an schw. R. Ab. bew. N. schw. R.	Ver.
20. Fr. bis M. ver. u. schw. W. M. R. u. st. W. Nachm. bew. u. St. Ab. R. u. schw. W.	W.
21. R. u. mst. W. Nachm. ver. u. r. Ab. th. bew. N. kl.	W.
22. Nb. bis 9 U. Vorm., dann th. bew. u. schw. W. Ab. kl. N. ver. u. schw. R.	NO.
23. Bis M. ver. M. kl. u. schw. W. Nachm. bew. bis 4½ U., dann schw. R. bis 7¼ U. Ab. Von da ab ver. N. meist kl.	SO. Nachm. ver.
24. Bis Vorm. 11 U. R., dann bew. Von Ab. 6½ U. ab R.	W.
25. Bis 9 U. Vorm. bew., dann th. bew. Ab. kl. Von M. 12—12½ U. st. R.	W.
26. Ver. th. R. N. st. G.-R. u. St.	S.
27. Meist kl. u. St. Ab. bew. N. abw. R. u. st. W.	Ver.
28. Bew. u. schw. W., th. R. Ab. u. N. ver.	W.
29. Fr. 6 U. st. G.-R. Vorm. abw. R. Nachm. ver.	Ver.
30. Bis 8 U. Vorm. schw. R., dann bis M. 1 U. bew. Von da ab bis 5 U. th. st. R., dann ver. N. st. G.-R.	Ver.
31. Bis M. bew., von 1 U. ab abw. G.-R. Von Ab. ab ver. u. mst. W.	S.

September 1878.

Datum.	Luft-temperatur.	Böden mit natürlicher Farbe.				Böden mit künstlicher Farbe.					
		Quarzsand		Kalksand		Lehm		Quarzsand		Kalksand	
		weiß.	gelb.	hellgrau.	dunkelbraun.	schwarz.	weiß.	schwarz.	weiß.	schwarz.	weiß.
1.—5. Sept.	16,22	17,07	16,86	16,77	16,60	17,01	16,95	17,83	17,74	17,27	17,03
6.—10. „	18,89	19,15	19,08	18,84	18,73	19,58	19,29	20,01	20,02	19,43	19,15
11.—15. „	15,18	17,01	16,94	17,22	16,88	16,97	17,10	17,26	17,37	17,37	17,12
16.—20. „	13,85	15,05	14,86	14,80	14,81	14,97	15,07	15,33	15,26	15,38	15,01
21.—25. „	10,66	12,70	12,51	12,67	12,51	12,74	12,91	12,95	13,00	12,99	12,73
26.—30. „	11,85	12,71	12,65	12,64	12,53	12,60	12,75	12,93	12,95	12,98	12,71
Mittel	14,44	**15,61**	**15,48**	**15,49**	**15,34**	**15,64**	**15,68**	**16,05**	**16,06**	**15,90**	**15,62**

Witterung:

		Windrichtung.
1.	Fr. kl. bis 9 U. Von da ab th. bew. u. st. W. Nachm. mst. W. u. bew. Ebenso Ab. u. N.	S.
2.	Fr. ver. u. mst. W. Vorm. schw. R. Nachm. bew. Von 5¼—5½ U. st. G.-R., dann ver.	W.
3.	Fr. bew., dann th. bew. Von Nachm. 4 U. ab kl.	N.
4.	Fr. nb., sonst kl. u. st. W. Ab. u. N. kl. u. r.	O.
5.	Fr. nb., sonst kl. u. schw. W.	S.
6.	Meist. kl.	S.
7.	Kl. u. schw. W. Nachm. r.	S.
8.	Kl. N. bew.	S.Nahm. O
9.	Fr. bew. Um 9 U. Vorm. G.-R., dann ver. Von Nachm. 2 U. ab bis 7 U. Ab. G.-R., dann ver.	S. seit M. ver.
10.	Fr. ver. u. schw. W., dann r. u. meist kl. Von 2—3 U. Staub.-R., dann bew. Ab. schw. R. N. bew.	S. Nachm. ver.
11.	Fr. nb. bis 10 U., dann bew. u. st. W. Nachm. r. u. th. bew. Ebenso Ab. u. N.	N. Nachm. O.
12.	Bis 11½ U. M. nb. Nachm. meist kl. Ab. u. N. kl.	S.
13.	Fr. bew. Von 8¾—9¾ U. schw. R., dann ver. Nachm. th. bew. u. schw. W. Um 6 U. st. G.-R. bis 9 U. Ab., dann bew.	S. Nachm. ver.
14.	Fr. R. u. st. W. bis 9 U., dann bew. u. mst. W. Nachm. abw. R., ebenso Ab. u. N.	W.
15.	Bis Vorm. 11 U. bew., dann bis 4 U. Nachm. ver., darauf bew.	S. seit M. N.
16.	bis Vorm. 10 U. ver. u. mst. W., dann st. W. Nachm. St. Von 4 U. an R. u. st. W. Von 6½ U. ab ver.	W.
17.	Bis Nachm. 4 U. ver. u. st. W., dann kl. u. schw. W. Ab. r. u. kl.	W.
18.	Fr. bew., sonst meist kl. Ab. u. N. bew.	S.
19.	Fr. schw. R. Von 10 U. Vorm. St. Um 12 U. schw. R., dann bew. u. ver.	W.
20.	Bew.	N.
21.	Rew. u. abw. R.	Ver.
22.	Bis Nachm. 4 U. bew., dann th. bew. Ab. u. N. kl.	N.
23.	Fr. nb., sonst meist kl.	S.
24.	Bis 8½ U. nb., dann bis Nachm. 2 U. bew., hierauf th. bew. Von 4 U. ab bew. N. R.	Ver.
25.	Bis 8½ U. nb., bis Nachm. bew. u. st. W., dann R.	Ver.
26.	St. R. u. W. Ab. u. N. abw. R.	W.
27.	Fr. bew. bis 10 U., dann ver. bis Nachm. Von 2 U. ab bew.	Ver.
28.	Bis M. bew., dann th. bew. Ab. u. N. kl.	W.
29.	Meist kl. u. r., th. bew. Ab. u. N. kl.	SW. Nachm. O.
30.	Meist kl. Vorm. st. W. Nachm. St. N. bew. u. schw. R.	S.

Die Mittel berechnen sich nach vorstehenden Zahlen in folgender Weise:

Versuch VIII.

Bodentemperatur

	in der Oberfläche				in 10 cm Tiefe.			
	Quarzsand		Kalksand		Quarzsand		Kalksand	
	weiß.	gelb.	hellgrau.	dunkelbraun.	weiß.	gelb.	hellgrau.	dunkelbraun.
	°C	°C	°C	°C	°C	°C	°C	°C
v. 18—21. Juli 1878:	22,07	22,21	20,93	21,64	**21,19**	**21,15**	**20,50**	**20,72**
Schwankungen:	17,70	17,57	15,15	16,42	8,72	8,82	6,67	6,82.

Versuch IX.

Bodentemperatur

	in der Oberfläche.						in 10 cm Tiefe.					
	Lehm		Quarzsand		Kalksand.		Lehm		Quarzsand		Kalksand	
v. 18.–21.	schwarz.	weiß.	schwarz.	weiß.	schwarz.	weiß.	schwarz.	weiß.	schwarz.	weiß.	schwarz.	weiß.
Juli 1878:	24,52	21,35	25,25	22,35	22,23	20,24	**22,58**	**20,73**	**22,72**	**21,53**	**21,36**	**20,04**
Schwankgn.:	21,02	26,22	23,27	16,52	17,80	14,47	7,65	5,00	9,50	8,12	7,65	6,62.

Versuch X.

Zusammenstellung der Beobachtungen:

	Böden mit natürlicher Farbe.				Böden mit künstlicher Farbe.					
	Quarzsand		Kalksand		Lehm		Quarzsand		Kalksand	
	weiß.	gelb.	hellgrau.	dunkelbraun.	schwarz.	weiß.	schwarz.	weiß.	schwarz.	weiß.
1878.	°C	°C	°C	°C	°C	°C	°C	°C	°C	°C
Mai	15,65	15,68	15,23	15,07	15,98	15,65	17,29	16,58	15,94	15,44
Juni	18,52	18,51	17,95	17,71	18,51	18,09	19,57	19,41	18,78	18,31
Juli	18,92	18,82	18,34	18,29	19,08	18,57	19,66	19,31	19,09	18,46
August	18,63	18,50	18,27	18,17	18,77	18,65	19,38	19,26	18,81	18,57
Septbr.	15,61	15,48	15,49	15,34	15,64	15,68	16,05	16,06	15,90	15,62
Mittel:	**17,47**	**17,40**	**17,06**	**16,92**	**17,59**	**17,28**	**18,39**	**18,12**	**17,70**	**17,28.**

Versuchsreihe III.

Die Veränderungen der Farbe des Bodens durch Wasser und der Einfluß derselben auf die Bodentemperatur.

Bei aufmerksamer Beobachtung kann es nicht unbeachtet bleiben, daß die Farbe eines und desselben Bodens je nach den Feuchtigkeitsverhältnissen eine sehr verschiedene ist. Die Farbe des Bodens ist um so dunkler, je mehr Wasser die oberste Schicht desselben enthält. Zur Veranschaulichung der bezüglichen Einwirkung der Bodenfeuchtigkeit sind auf Tafel V die Farben von vier natürlichen Erdarten im trockenen und im mit Wasser gesättigten Zustande fixirt worden[1]). Es stellt dar:

[1]) Referent verdankt diese Farbendarstellung der gütigen Mitwirkung des Herrn Kunstmalers *O. von Ruppert* in München.

Nr. 1 einen Buntsandsteinboden,
» 2 » Taunusschieferboden (Johannisberger Weinberg),
» 3 » Basaltboden,
» 4 » Torfboden aus dem Kolbermoor bei Aibling, Oberbayern.

Mit voller Deutlichkeit ergiebt sich aus der Farbendarstellung, daß der nasse Boden unter übrigens gleichen Verhältnissen beträchtlich dunkler gefärbt ist, als der trockene. Diese Thatsache machte ein näheres Eingehen auf die Frage nothwendig, ob die durch das Wasser hervorgerufenen Veränderungen der Farbe an sich mit solchen in der Erwärmung des Bodens verknüpft seien. Die in Bezug hierauf angestellten Versuche wurden in folgender Weise eingeleitet. in Versuch XI wurden 4 aus 3 cm starken Brettern angefertigte Holzkästen von 25 cm Höhe und einer Grundfläche von 25 cm im Quadrat mit trockenem Quarzsand bis zum Rande gefüllt. Die Oberfläche wurde hierauf, nach ihrer Ebnung, in 2 Kästen mit Eisenoxydhydrat braun, in 2 anderen mittelst eines Gemisches von Kienruß und weißem feinen Quarzpulver mausegrau gefärbt. In je einem Kasten blieb die Oberfläche trocken, in den übrigen wurde sie angefeuchtet. Von der Anwendung von Wasser zur Anfeuchtung mußte selbstredend Abstand genommen werden, da ja sonst ein zweiter für die Bodentemperatur maßgebender Factor in die Versuche eingeführt worden wäre. Es handelte sich daher um Auffindung einer Flüssigkeit, welche nicht verdunstet, also von der zugeführten Sonnenwärme nichts verbraucht, aber andererseits eine dem Wasser analoge Veränderung der Erdfarbe hervorruft. Nach mehrfachen Versuchen erwies sich zu diesem Zweck das Glycerin besonders geeignet, welches zur Hälfte mit Wasser verdünnt mit Hülfe eines Verstäubungsapparates auf die Oberfläche des Bodens gleichmäßig vertheilt wurde und hier die gewünschte Farbenveränderung hervorrief. Nachdem das in Glycerin enthaltene Wasser abgedunstet war, wurden die Temperaturbeobachtungen begonnen.

In Versuch XII wurde genau in derselben Weise, wie eben beschrieben, verfahren, nur mit dem Unterschiede, daß natürliche gefärbte Böden, welche durch ein Sieb von 0,25 mm Maschenweite gesiebt worden waren, in Anwendung gebracht wurden.

Die Böden zeigten in 10 cm Tiefe folgende Temperaturen:

22. Juni 1881. **Versuch XI.** 23. Juni 1881.

22. Juni 1881.

Zeit.	Lufttemperatur.	Quarzsand. Braun. Oberfl. feucht.	Quarzsand. Braun. Oberfl. trocken.	Quarzsand. Grau. Oberfl. feucht.	Quarzsand. Grau. Oberfl. trocken.
12 Uhr	17,4	27,0	27,4	27,8	26,2
2 „	16,8	23,8	23,6	24,4	23,3
4 „	14,0	21,2	22,0	22,0	21,0
6 „	24,4	19,2	19,8	19,6	18,8
8 „	26,9	19,2	19,4	19,9	19,1
10 „	30,1	22,8	21,9	24,0	22,8
12 „	31,4	27,2	25,6	28,0	27,2
2 „	33,6	31,6	29,8	33,0	31,6
4 „	32,9	35,2	33,1	37,2	36,0
6 „	29,4	36,2	34,4	38,0	36,9
8 „	24,4	35,0	33,6	36,4	35,4
10 „	18,3	31,7	31,1	32,7	31,8
Mittel	24,97	27,51	26,81	28,58	27,51
Schwankungen	19,6	17,0	15,0	18,4	18,1

Witterung:

Bis M. kl. u. r. Von da ab kl. u. schw. W. Ab. kl. u. r.

23. Juni 1881.

Zeit.	Lufttemperatur.	Quarzsand. Braun. Oberfl. feucht.	Quarzsand. Braun. Oberfl. trocken.	Quarzsand. Grau. Oberfl. feucht.	Quarzsand. Grau. Oberfl. trocken.
12 Uhr	17,6	28,4	28,3	29,2	28,4
2 „	17,2	25,2	25,4	25,8	25,2
4 „	17,4	23,4	23,6	24,0	23,0
6 „	23,3	21,8	22,0	22,2	21,4
8 „	15,6	21,8	21,6	22,4	21,4
10 „	21,8	22,0	21,8	22,4	21,6
12 „	25,2	25,0	24,0	25,8	24,4
2 „	27,0	28,4	26,6	29,4	27,6
4 „	25,4	31,4	29,4	32,6	30,8
6 „	22,2	31,8	30,2	33,2	31,4
8 „	19,6	30,0	28,8	30,8	29,4
10 „	18,1	27,7	26,9	28,4	27,1
Mittel	20,87	26,41	25,72	27,18	25,97
Schwankungen	11,4	10,0	8,6	11,0	10,0

Witterung:

Bis 5 U. Mg. th. bew., von da bew. u. mst. W. Von $7\frac{3}{4}$—8 U. fr. St. u. st. G.-R., dann bis 9 U. abw. R. u. r. Hierauf ver. Nachm. th. bew. u. mst. W. Ab. bew. u. r. Von 10 U. abw. R.

Von 7 U. Ab. ab bed., ebenso fr. von 7—$8\frac{1}{2}$ U.

24. Juni 1881.

Zeit.	Lufttemperatur.	Quarzsand. Braun. Oberfl. feucht.	Quarzsand. Braun. Oberfl. trocken.	Quarzsand. Grau. Oberfl. feucht.	Quarzsand. Grau. Oberfl. trocken.
12 Uhr	17,5	25,5	24,8	26,0	24,6
2 „	16,8	23,2	22,7	23,6	22,3
4 „	17,4	21,0	20,7	21,2	20,0
6 „	20,2	19,4	19,4	19,4	19,4
8 „	21,1	19,0	18,9	19,3	18,4
10 „	24,4	21,4	20,5	22,0	20,8
12 „	27,1	25,2	23,6	25,4	24,6
2 „	27,8	29,2	27,2	30,0	28,4
4 „	27,0	32,2	30,0	33,2	31,3
6 „	27,2	32,5	30,8	33,4	31,6
8 „	23,1	31,2	30,0	32,2	30,6
10 „	20,4	29,4	28,6	30,0	29,0
Mittel	22,50	25,77	24,77	26,31	25,08
Schwankungen	11,0	13,5	11,9	14,1	13,2

Witterung:

Bis 2 U. Mg. th. bew., dann kl. Vorm. schw. W. Nachm. mst. W. Um 4 U. bew. Von $8\frac{1}{2}$—9 U. Ab. G.-R., dann ver.

Von 12—2 U. Mg. u. $7\frac{1}{2}$ U. Ab. ab bed.

25. Juni 1881.

Zeit.	Lufttemperatur.	Quarzsand. Braun. Oberfl. feucht.	Quarzsand. Braun. Oberfl. trocken.	Quarzsand. Grau. Oberfl. feucht.	Quarzsand. Grau. Oberfl. trocken.
12 Uhr	19,0	27,4	27,0	27,8	26,6
2 „	18,1	25,7	25,4	26,0	24,9
4 „	17,2	24,0	23,8	24,2	23,1
6 „	19,6	22,4	22,4	22,6	21,8
8 „	22,8	22,0	21,8	22,2	21,4
10 „	24,0	23,0	22,6	23,4	22,8
12 „	26,4	26,0	25,0	26,8	26,0
2 „	27,7	29,0	27,6	30,4	29,6
4 „	25,5	31,4	30,0	32,9	32,0
6 „	21,7	31,0	30,0	32,0	31,2
8 „	19,8	28,8	28,4	30,0	29,0
10 „	18,0	26,4	26,4	27,4	26,6
Mittel	21,65	26,42	25,87	27,14	26,25
Schwankungen	10,5	9,4	8,2	10,7	10,6

Witterung:

Bis 2 U. fr. bew., dann abw. schw. R. Von 4 U. an ver. Vorm. th. bew. u. st. W. bis Nachm. Von $3\frac{1}{2}$ U. an st. R. u. st. W., dann ohne R. bis $5\frac{1}{2}$ U., dann etwas R. Ab. kl. u. r.

Bei Regen bed., immer nur kurze Zeit.

Versuch XII.

5. Juli 1881.

Zeit.	Lufttemperatur.	Bodentemperatur. Versuchsfeldboden feucht.	Versuchsfeldboden trocken.	Lehmpulver feucht.	Lehmpulver trocken.
12 Uhr	18,0	24,0	24,7	23,6	22,5
2 „	17,4	23,0	23,8	22,6	21,6
4 „	16,9	20,8	21,6	20,4	19,6
6 „	25,2	19,3	20,2	19,2	18,7
8 „	29,2	19,8	20,3	19,7	19,2
10 „	30,0	24,5	23,8	24,0	23,0
12 „	31,0	29,8	28,6	29,0	27,4
2 „	31,8	34,6	33,2	33,8	32,0
4 „	32,0	37,6	36,6	37,4	35,7
6 „	30,1	38,2	37,6	38,3	36,8
8 „	24,8	36,4	36,4	36,8	35,5
10 „	21,4	32,5	32,9	33,1	31,7
Mittel	23,87	**28,37**	**28,31**	**28,16**	**27,14**
Schwankungen	15,1	18,9	17,4	19,1	18,1

Witterung:

Kl. Nachm., außerdem schw. W., Ab. kl. u. r.

6. Juli 1881.

Zeit.	Lufttemperatur.	Bodentemperatur. Versuchsfeldboden feucht.	Versuchsfeldboden trocken.	Lehmpulver feucht.	Lehmpulver trocken.
12 Uhr	18,0	28,6	29,4	29,4	28,0
2 „	17,4	25,4	26,4	26,0	24,8
4 „	17,6	23,0	23,6	23,8	22,8
6 „	26,4	21,0	21,8	21,6	21,0
8 „	30,0	21,6	22,0	22,0	21,4
10 „	33,2	26,4	26,0	26,2	25,2
12 „	34,0	31,3	30,4	30,9	29,6
2 „	34,8	35,4	34,6	35,4	34,0
4 „	34,6	37,4	37,0	38,0	36,6
6 „	29,2	37,6	37,6	38,6	37,4
8 „	20,6	34,4	35,0	35,6	34,4
10 „	19,5	30,7	31,0	31,8	30,8
Mittel	26,27	**29,40**	**29,57**	**29,94**	**28,83**
Schwankungen	17,4	16,6	15,8	17,0	16,4

Witterung:

Mg. kl. u. r. Vorm. schw. W., M. mst. W. Nachm. st. W. Von 6 U. Ab. ab bew. und abw. schw. R.
Von 6 U. Ab. ab bed.

7. Juli 1881.

Zeit.	Lufttemperatur.	Bodentemperatur. Versuchsfeldboden feucht.	Versuchsfeldboden trocken.	Lehmpulver feucht.	Lehmpulver trocken.
12 Uhr	18,4	26,3	27,0	27,0	26,4
2 „	17,0	23,7	24,2	24,2	23,9
4 „	16,9	22,2	22,6	22,8	22,4
6 „	18,2	21,0	21,3	21,2	21,0
8 „	22,2	20,6	20,8	20,6	20,4
10 „	22,8	21,7	21,6	21,6	21,2
12 „	24,3	23,7	23,3	23,6	23,1
2 „	23,8	26,1	25,6	26,3	25,6
4 „	23,2	26,9	26,8	27,2	26,6
6 „	20,4	26,8	26,8	27,2	26,4
8 „	17,2	25,4	25,6	25,8	25,2
10 „	13,6	22,8	23,4	23,3	22,6
Mittel	19,83	**23,93**	**24,13**	**24,23**	**23,73**
Schwankungen	10,7	6,3	6,2	6,6	6,2

Witterung:

Bis 4 U. Mg. abw. schw. R., dann bew. u. schw. W. Vorm. th. bew. u. st. W. Nachm. bew. u. mst. W., Ab. abw. bew., gegen Mn. kl.
Von 12—4 U. Mg. bed.

8. Juli 1881.

Zeit.	Lufttemperatur.	Bodentemperatur. Versuchsfeldboden feucht.	Versuchsfeldboden trocken.	Lehmpulver feucht.	Lehmpulver trocken.
12 Uhr	12,8	19,4	20,2	19,8	19,2
2 „	12,6	17,6	18,6	18,2	17,6
4 „	11,4	15,9	17,0	16,6	16,0
6 „	19,7	14,7	15,6	15,2	14,8
8 „	20,6	15,1	15,7	15,6	15,0
10 „	22,2	19,3	19,0	19,2	18,1
12 „	24,1	24,5	23,3	23,8	22,3
2 „	25,0	29,2	27,9	28,8	27,0
4 „	23,6	31,7	30,7	31,6	30,0
6 „	22,6	31,5	31,0	31,4	30,1
8 „	19,4	29,7	29,6	29,8	28,4
10 „	16,8	26,2	26,6	26,2	25,2
Mittel	19,23	**22,90**	**22,93**	**23,02**	**21,97**
Schwankungen	13,6	17,0	15,4	16,4	15,3

Witterung:

Bis M. meist kl. u. schw. W. Von da ab th. bew. u. schw. W. Ab. kl. u. r.

Die Mittel berechnen sich hiernach wie folgt:

Versuch XI.

	Quarzsand			
	braun.		grau.	
Bodentemperatur	Oberfl. feucht.	Oberfl. trocken.	Oberfl. feucht.	Oberfl. trocken.
vom 22.—25. Juni 1881:	**26,53°C**	**25,79°C**	**27,30°C**	**26,20°C**
Differenz (feucht zu trocken):	+ 0,74°C		+ 1,10°C	
Schwankungen:	12,47°C	10,92°C	13,55°C	12,97°C.

Versuch XII.

	Versuchsfeldboden.		Lehmpulver.	
Bodentemperatur	Oberfl. feucht.	Oberfl. trocken.	Oberfl. feucht.	Oberfl. trocken.
vom 5.—8. Juli 1881:	**26,15°C**	**26,23°C**	**26,34°C**	**25,42°C**
Differenz (feucht zu trocken):	— 0,08°C		+ 0,92°C	
Schwankungen:	14,70°C	13,70°C	14,77°C	14,00°C.

Die Durchfeuchtung der obersten Bodenschicht als solche erhöht wie diese Zahlen, mit Ausnahme der bei dem Versuchsfeldboden[1]) gewonnenen darthun, in Folge der damit verknüpften dunkleren Färbung sowohl die Bodentemperatur, als auch deren Schwankungen.

Bei näherer Betrachtung der im Bisherigen mitgetheilten Versuchsergebnisse zeigt sich, abgesehen von Nebenumständen, daß bei gleicher substantieller Beschaffenheit die Farbe der Oberfläche auf die Erwärmung des Bodens, ebenso wie im trockenen so auch im nassen und feuchten Zustande, einen beträchtlichen Einfluß ausübt. Der Grad des letzteren ist hauptsächlich von der Tages- und Jahreszeit, sowie von der Bestrahlung abhängig. Alles zusammengefaßt, läßt sich aus den angeführten Zahlen die Schlußfolgerung ableiten,

1) daß unter sonst gleichen Verhältnissen (gleiche chemische und physikalische Zusammensetzung, gleicher Wassergehalt) der Boden bei dunkel gefärbter Oberfläche durchschnittlich um so höhere Temperaturen gegen den hell

[1]) Bei dem Versuchsfeldboden gelangte die dunklere Färbung wegen starker Abkühlung desselben während der Nacht in der Mitteltemperatur nicht zum Ausdruck; indessen zeigte sie sich doch in der Zeit von Vormittag bis Abend von Wirksamkeit, insofern hier die Bodentemperatur bei feuchter Oberfläche sich nicht unwesentlich höher stellte als bei trockener.

gefärbten aufweist, je höher die Lufttemperatur und je stärker die Bestrahlung ist;

2) daher ist der Unterschied zu 1 zwischen dem dunkel und hellgefärbten Boden am größten zur Zeit des täglichen Maximums der Bodentemperatur, während der wärmeren Jahreszeit und bei ungehinderter Insolation, während er mehr oder weniger verschwindet oder in entgegengesetzter Richtung sich geltend macht, zur Zeit des Minimums der Bodentemperatur, während der kälteren Jahreszeit und bei bewölktem Himmel.

In Bezug auf die Tiefe, bis zu welcher die Wirkung der Farbe sich äußert, ergaben die vorstehenden, wie die früher mitgetheilten Zahlen,

3) daß die Temperaturunterschiede zwischen dem dunkel und hellgefärbten Boden zwar mit zunehmender Tiefe geringer werden, sich aber noch in verhältnißmäßig größeren Tiefen in einem, in Rücksicht auf die Vegetation nicht unerheblichem Grade geltend machen.

Weiters lassen die angeführten Versuchsergebnisse deutlich erkennen, daß bei der Beurtheilung des Einflusses der Farbe des Bodens auf dessen Erwärmung die Feuchtigkeit desselben wesentlich mitberücksichtigt werden muß. Die bezüglichen Gesetzmäßigkeiten ergeben sich in einfacher Weise, wenn man die Differenzen in den beobachteten Temperaturen, wie folgt, gruppirt.

Temperaturdifferenz zu Gunsten des trockenen resp. schwarzen Bodens:	Schwarze Oberfl. naß. trocken.	Weiße Oberfl. naß. trocken.	Nasser Boden. schwarze weiße Oberfl.	Trockener Boden. schwarze weiße Oberfl.
Versuch III.				
	2,49 °C	1,59 °C	0,77 °C	1,67 °C.
Versuch IV.				
desgl.	2,13 °C	1,86 °C	0,68 °C	0,95 °C.
Versuch V.				
desgl.	0,68 °C	0,42 °C	0,03 °C	0,29 °C.
Versuch VI.				
desgl.	0,74 °C	0,23 °C	0,62 °C	1,13 °C.
Versuch VII.				
desgl.	1,62 °C	0,25 °C	1,48 °C	2,85 °C.

Im Zusammenhalt mit den bei dem feuchten Boden (Versuch IV und V) erhaltenen Resultaten, nach welchen derselbe in seinen Temperaturverhältnissen im Allgemeinen zwischen dem nassen und dem feuchten Boden steht, läßt sich aus dieser Zusammenstellung der Schluß ableiten.

1) daß das Wasser die Bodentemperatur in um so stärkerem Grade herabdrückt, je dunkler der Boden gefärbt ist, sowie
2) daß der Einfluß der Farbe auf die Erwärmung des Bodens in der mehrfach geschilderten Weise mit der Abnahme der Bodenfeuchtigkeit zunimmt.

Die Ursache dieser Erscheinungen ist zum Theil auf die lebhaftere Verdunstung des Wassers und den hiermit verknüpften stärkeren Wärmeverbrauch des dunkel gefärbten gegenüber dem heller gefärbten Boden zurückzuführen. Wie groß die bezüglichen Unterschiede sind, geht deutlich aus den folgenden Versuchen des Referenten hervor.

Die Böden wurden in *Ebermayer*'sche Evaporationsapparate gefüllt und bis zur Oberfläche während der ganzen Dauer der Versuche in nassem Zustande erhalten. Die Oberfläche wurde mit Kienruß schwarz und mit Marmorstaub weiß gefärbt.

Es betrug die Verdunstung pro 1063 □cm Fläche:

Versuch I.

	Lehm, schwarze Oberfläche	Lehm, weiße Oberfläche
	g	g
vom 2. bis 14. Juni 1876:	5382	4280.

Versuch II.

	Lehm, schwarze Oberfläche	Lehm, weiße Oberfläche	Sand, schwarze Oberfläche	Sand, weiße Oberfläche	Torf, schwarze Oberfläche	Torf, weiße Oberfläche
	g	g	g	g	g	g
vom 15. bis 26. August 1876:	4800	4120	4778	4171	4598	4145.

Am 26. August wurde der am Boden der Gefäße befindliche Hahn geöffnet und alles Wasser entfernt, bis auf dasjenige, welches der Boden vermöge seiner Kapillarität zu halten vermochte. Die Verdunstung stellte sich dann, wie folgt, heraus:

Versuch III.

	Lehm		Sand		Torf	
	schwarze Oberfläche.	weiße Oberfläche.	schwarze Oberfläche.	weiße Oberfläche.	schwarze Oberfläche.	weiße Oberfläche.
	g	g	g	g	g	g
vom 26. August bis 6. Sept. 1876:	2200	1900	2115	1850	2112	1900.

Wie diese Zahlen darthun, ist die Wasserverdunstung bei dunkel gefärbter Oberfläche beträchtlicher, als bei heller. Je mehr Wasser ein Boden enthält, um so weniger wird der Einfluß der dunkleren Farbe seiner Oberfläche bei der Erwärmung zur Geltung kommen können, weil ein Theil der Wärme durch die Verdunstung latent wird.

Der stärkeren Erwärmung des dunkel gefärbten aber nassen Bodens steht ferner dessen im Vergleich zum trockenen höhere Wärmekapacität[1]) entgegen. Der Einfluß der letzteren und der der Verdunstung sind so bedeutend, daß die in entgegengesetzter Richtung wirkenden Factoren sich nicht bemerkbar machen können. Bekanntlich nimmt die Wärmeleitungsfähigkeit[2]) des Bodens mit dem Wassergehalt zu und wird die Farbe der Oberfläche in demselben Grade dunkler (siehe oben). Diese Eigenschaften kommen indessen dem Boden nicht zu Statten, da die beiden ersteren Factoren von größerer Wirkung sind. Nur in dem nicht kapillar bis zur Oberfläche gesättigten feuchten Boden erweist sich die durch den Feuchtigkeitsgehalt bedingte bessere Wärmeleitungsfähigkeit in dem Falle von nicht unbedeutendem Einfluß, wo die Oberfläche des Bodens abgetrocknet und dadurch die Verdunstung vermindert ist[3]). In eclatanter Weise machte sich dies in Versuch VII bemerkbar. Hier stieg die Temperatur des feuchten schwarz gefärbten Bodens zur Zeit des täglichen Maximums bedeutend über die des trockenen und fiel umgekehrt bis zum Minimum unter diejenige des letzteren. Die stärkere Er-

[1]) *E. Wollny*, Untersuchungen über den Einfluß des Wassers auf die Bodentemperatur. Diese Zeitschrift Bd. IV. 1881. S. 178.

[2]) *A. v. Littrow*, Sitzungsber. d. k. Akad. d. Wiss. in Wien. LXXI. Bd. II. Abth. 1875. Januar. — *F. Haberlandt*, Wissenschaftlich-praktische Untersuchungen etc. I. Bd. Wien. 1875. S. 33—63. — *E. Pott*, Landw. Versuchsstationen. XX. Bd. 1877. S. 273—355.

[3]) *E. Wollny*, Untersuchungen über den Einfluß der oberflächlichen Abtrocknung des Bodens auf dessen Temperatur- und Feuchtigkeitsverhältnisse. Diese Zeitschrift Bd. III. 1880. S. 325—349.

wärmung während des Tags kam aber dem feuchten Boden nicht zu Gute, da sie durch die beträchtliche Abkühlung während der Nacht mehr als aufgewogen wurde, derart, daß die Mitteltemperaturen des feuchten sich zwischen diejenigen des nassen und trockenen stellten.

Aus dieser kurzen Darlegung ergeben sich genügende Anhaltspunkte zur Beurtheilung der in obigen Versuchen hervorgetretenen Erscheinungen. Sie zeigt, daß der Einfluß der Farbe des Bodens auf dessen Erwärmung durch die Bodenfeuchtigkeit wesentlich alterirt wird, und daß die hierbei mitwirkenden Ursachen sich theils unterstützen, theils gegenseitig aufheben. Es dürfte indessen nicht schwer sein, an der Hand obiger Auseinandersetzungen, sowie der bereits früher in dieser Zeitschrift mitgetheilten Ergebnisse der Versuche über den Einfluß der einzelnen Factoren einen klaren Einblick in die in Rede stehenden, äußerst complicirten Erscheinungen zu gewinnen. Wo die verschiedenen Factoren ihre größte Wirkung auszuüben vermögen, ist der Boden während der wärmeren Jahreszeit am wärmsten, wo das Entgegengesetzte eintritt, am kältesten. In Bezug auf die Farbe wirkt unter solchen Umständen die dunkle, in Bezug auf das Wasser der trockene Zustand am günstigsten und daher ist von allen Böden der schwarze trockene Boden bei übrigens gleicher substantieller Beschaffenheit am wärmsten, während der nasse, weiß gefärbte Boden am kältesten ist. Die Temperaturdifferenzen zwischen beiden können sehr bedeutend werden, sie sind beträchtlich größer, als die auf Seite 359 aufgeführten. So betrugen dieselben in Versuch:

III.	IV.	VI.	VII.
3,24° C	2,81° C	1,36° C	3,10° C.

Zieht man nur einzelne Stunden des Tages in Betracht, so erscheinen die betreffenden Unterschiede noch viel auffälliger. Am 6. Juni 1876 (Versuch III) stellte sich die Temperaturdifferenz um 6 Uhr M. in 10 cm Tiefe auf 8,7° C, am 13. Aug. 1879 auf 8° C.

Wie sich die übrigen Böden bezüglich ihrer Mitteltemperaturen zwischen die bezeichneten Extreme einreihen lassen werden, läßt sich bei der Complicirtheit der einschlägigen Verhältnisse schwerlich a priori ermitteln. Die Versuche III und IV weisen nach, daß der schwarz gefärbte nasse Boden kälter war, als der weiße trockene, die Versuche VI und VII lieferten das entgegengesetzte Resultat. Die Widersprüche, die in diesen Thatsachen liegen, sind jedoch nur scheinbare. Der Lehm in dem

Versuch VI wurde nämlich in bröckligem Zustande verwendet, weshalb er sich nicht in dem Grade bis zur Oberfläche mit Wasser sättigen konnte, wie die mehr pulverförmigen, in den Versuchen III und IV benutzten Bodenarten. Die Wasserverdunstung aus diesen war daher größer als bei jenem. Auch bei dem Sande konnte das Wasser nicht vollkommen bis an die Oberfläche steigen. Es wird hierdurch erklärlich, weshalb die nassen schwarz gefärbten Böden in den Versuchen VI und VII eine verhältnißmäßig höhere Temperatur besaßen als die gleich beschaffenen Böden in den Versuchen III und IV.

Zieht man schließlich die Temperaturverhältnisse der Böden bei verschiedener natürlicher Farbe ihrer Oberfläche in Betracht, so liefern die Ergebnisse der Versuche VIII und X von Neuem den Beweis,

daß es unstatthaft ist, aus der Farbe allein, ohne Berücksichtigung der sonstigen Eigenschaften des Bodens auf dessen Wärmeverhältnisse zu schließen, sowie

daß unter Umständen ein hellerer Boden eine gleiche oder höhere Durchschnittstemperatur zeigen kann als ein dunkler.

In den mit trockenem Boden angestellten Versuchen[1]) zeigte der gelbe Quarzsand im Mittel einen geringen Temperaturüberschuß über den weißen (0,40° C); der hellgraue Kalksand hatte im Mittel dieselbe Temperatur wie der dunkelgraue.

Dieselben Böden, im feuchten Zustande angewendet, zeigten ein zum Theil anderes Verhalten. Es betrug nämlich die Temperaturdifferenz:

	Versuch VII. in der Oberfläche.	Versuch VII. in 10 cm Tiefe.	Versuch X. in 10 cm Tiefe.
zwischen dem gelben und weißen Quarzsand:	+ 0,14° C	− 0,04° C	− 0,07° C
„ „ dunkelbraunen und hellgrauen Kalksand:	+ 0,25° C	+ 0,22° C	− 0,14° C.

Das Plus-Zeichen bedeutet, daß der dunkel gefärbte Boden sich um so viel stärker, das Minus-Zeichen, daß er sich um so viel weniger erwärmt hatte als der hellgefärbte.

Die Bodentemperatur war demnach bei dunklerer Färbung eine etwas höhere als bei heller, in 10 cm Tiefe dagegen verschwanden die be-

[1]) Vergl. diese Zeitschrift Bd. I. 1878. S. 65.

treffenden Unterschiede bei den Sandsorten vollständig, bei den Kalksandböden trat sogar ein umgekehrtes Verhältniß ein, wenn zunächst nur die Resultate des Versuchs X in das Auge gefaßt werden. Die Erwärmung der tieferen Schichten des Erdreichs ist eben, wie bereits in der ersten Mittheilung über vorliegenden Gegenstand nachgewiesen wurde, außer von der Farbe der Oberfläche, von zahlreichen anderen Eigenschaften des Bodens abhängig. Neben den früher geschilderten Unterschieden treten bei den hier benutzten Böden noch solche in dem Wassergehalt auf. Der dunkelbraune Kalksand besaß vermöge seines Humusgehaltes eine höhere Wasserkapacität, als der humusfreie hellgraue Kalksand und konnte sich deshalb (wegen höherer spez. Wärme und stärkerer Verdunstung des Wassers) nicht in dem Grade erwärmen als dieser. Dieses, während des ganzen Sommers beobachtete Factum, wird durch das in Versuch VIII erhaltene Resultat, nach welchem die Temperatur des dunkel gefärbten Kalksandes vorübergehend über die des hell gefärbten stieg, nicht umgestoßen, denn in der betreffenden Periode, welche sehr warm und ohne Niederschläge war, trocknete die oberste Schicht ab und die Farbe konnte nunmehr ihren Einfluß in stärkerem Grade geltend machen, als früher.

Der Ausgleich in den Mitteltemperaturen zwischen dem weißen und gelben Quarzsande wird ebenfalls auf Ungleichheiten in dem Wassergehalt resp. in der Verdunstung des Wassers aus dem Boden zurückzuführen sein.

Wie wenig statthaft es ist, aus der Farbe allein Schlüsse auf die Wärmeverhältnisse des Bodens zu ziehen, zeigen sowohl die in Rede stehenden, als auch die oben mitgetheilten Versuche. Es betrug

		die Bodentemperatur
Versuch III:	des trockenen weiß gefärbten Lehmes .	20,03° C
	» nassen schwarz » » .	19,21° C
» IV:	der trockenen weiß » Ackererde	22,24° C
	» nassen schwarz » » .	21,06° C
» V:	der trockenen weiß » » .	8,16° C
	» nassen schwarz » » .	7,77° C
» X:	des weißen Quarzsandes	17,47° C
	» gelben »	17,40° C
	» hellgrauen Kalksandes	17,06° C
	» dunkelbraunen »	16,92° C.

Die Endergebnisse sämmtlicher Versuche des Referenten lassen sich in folgenden Sätzen zusammenfassen:

1) **Bei annähernd gleicher Beschaffenheit hat die Farbe der Ackererde auf deren Erwärmung bis in verhältnißmäßig größere Tiefen einen nicht unbedeutenden Einfluß. Der letztere ist verschieden je nach der Jahres- und Tageszeit und dem Bewölkungsgrade. Während der wärmeren Jahreszeit, zur Zeit des täglichen Maximums der Bodentemperatur, bei ungehinderter Bestrahlung ist der Boden um so wärmer, je dunkler die Farbe desselben ist. Die Temperaturunterschiede zwischen den hell- und dunkelgefärbten Böden verschwinden mehr oder weniger in der kälteren Jahreszeit, zur Zeit des täglichen Temperaturminimums, bei verminderter Insolation und in größeren Tiefen des Bodens.**

2) **Die täglichen Temperaturschwankungen sind unter dunkler Färbung größer, als unter heller. Die bezüglichen Unterschiede sind im Allgemeinen um so größer, je größer die Differenzen in den Mitteltemperaturen sind und umgekehrt.**

3) **Der Einfluß der Farbe auf die Temperatur der Ackererde in der ad 1 geschilderten Weise nimmt in dem Grade ab, als der Wassergehalt zunimmt und die sonstigen für die Erwärmung der Ackererde maßgebenden Factoren (spez. Wärme, Wärmeleitung, Bindung der Wärme durch Verdunstung u. s. w.) das Uebergewicht gewinnen. Bei größeren Unterschieden in den physikalischen Eigenschaften, hauptsächlich bedingt durch höheren Humusgehalt und größere Wasserkapacität kann der Einfluß der Farbe vollständig beseitigt werden. In solchen Fällen kann der concrete Versuch allein Aufschluß über die Bodenwärme geben.**

Neue Litteratur.

E. Becquerel und ***H. Becquerel.*** **Ueber das Eindringen der Kälte in den Boden.** Compt. rend. T. XCII., p. 1253 und „der Naturforscher“. 1881. Nr. 30. S. 277.

Dem jährlichen Bericht, welchen *Edm. Becquerel* und *Henri Becquerel* über ihre Beobachtungen der Bodentemperaturen zu Paris, diesmal für die Zeit vom 1. December 1879 bis zum 1. December 1880, erstattet haben, entnehmen wir einige Thatsachen, welche sich über das Eindringen der Kälte in den Boden während des strengen Winters ergeben haben.

Zunächst ist von Interesse zu sehen, wie die Vertheilung der Temperatur stattgehabt in der 0,25 m dicken Schneeschicht, welche im Monat December den Boden bedeckt hat; diese Beobachtungen wurden in der Zeit vom 14. bis 28. December mehrmals täglich angestellt. Es zeigte sich, daß an der Oberfläche des Bodens, wo dieser mit dem Schnee in Berührung ist, die Temperatur sich fast constant nahe bei — 1° gehalten und niemals unter — 1,5° gesunken ist, obwohl die Temperatur der Luft und die der Schneeoberfläche zwischen — 15° und 0° geschwankt hat. Die täglichen Temperaturschwankungen haben sich an der Bodenoberfläche unter der Schneeschicht von 0,25 m gleichwohl, wenn auch nur sehr schwach, bemerkbar gemacht, sie überstiegen aber nicht einige Zehntel Grad. Die Temperatur-Differenzen, die in verschiedenen Tiefen der Schneeschicht beobachtet wurden, waren proportional den Dicken der Schichten, welche die untersuchten Stellen trennten. Die Resultate lehren, daß diese Schneeschicht, wenn die Temperatur unter 0° ist, eine besondere, wenn auch geringe Leitungsfähigkeit besitzt, und sich verhält wie jeder leitende Körper, der von einer Wärmewelle durchzogen wird.

In Betreff der Temperaturen in dem mit Rasen bedeckten und in dem nackten Boden kann man zwei Perioden unterscheiden: die erste reicht vom 26. November bis zum 29. December 1879, während welcher die Kälte sehr intensiv gewesen und die Erde mit Schnee bedeckt war; die zweite erstreckt sich vom 30. December 1879 bis zum 15. Februar 1880, in ihr ist das Sinken der Temperatur weniger bedeutend, aber die Erde nicht mehr durch Schnee geschützt gewesen.

In der ersten Periode waren die Wirkungen des Frostes für die Vegetation sehr verderblich, während der durch den Schnee geschützte Boden nur wenig von dieser Temperaturerniedrigung verspürt hat; während der zweiten Periode hingegen, deren Temperatur nur die gewöhnliche mittlere Winterkälte erreicht hat, ist der Frost bis zur Tiefe von 0,6 m eingedrungen.

Am 26. November begann eine ununterbrochene Reihe von Frosttagen, die bis zum 28. December gedauert hat; am 10. December sank die Lufttemperatur auf — 20,75°, im Observatorium, und über der Stelle, wo die thermoelektrischen Kabel eingesenkt sind, war die Lufttemperatur — 23°. Am Tage nach dem ersten Frost war nun der kahle Boden bis 0,05 m gefroren; zur Zeit bedeckte noch

kein Schnee die Erde. Am 28. November war der Frost bis 0,1 und 0,2 m eingedrungen; die Fortpflanzungsgeschwindigkeit des Frostes im Boden hat etwa 0,05 m pro Tag betragen. In den ersten Tagen des December war die Temperatur in 0,05 m Tiefe noch mehr gesunken und erreichte am 3. December Morgens — 3,17°. Nun fiel reichlicher Schnee und bedeckte den Boden in einer Schicht von 0,25 m; in der Tiefe von 0,05 m stieg infolge dessen die Bodentemperatur bis — 0,82° am 8. December. Während der ganzen Frostperiode waren die Temperaturschwankungen klein in dem kahlen und mit Schnee bedeckten Boden. Man fand in 0,05 m Tiefe ein erstes Minimum von — 1,47° am 11. December um 6 Uhr Morgens, einen Tag nachdem das Minimum der Lufttemperatur von — 23° sich gezeigt hatte; dann stieg in dieser Tiefe die Temperatur auf — 0,28° am 16. December, um wieder regelmäßig zu sinken und ein Minimum von — 1,82° am 23. December zu zeigen, von dem sie bis auf 0° am 31. December stieg.

Unter der mit Rasen bedeckten Oberfläche waren die Schwankungen bedeutend schwächer. Die Maxima und Minima der Temperatur waren im Rückstande gegen die, welche in derselben Tiefe unter der kahlen Oberfläche eintraten, und die Amplituden der Schwankungen waren um 1° geringer; ferner war während dieser ganzen Periode die Erde selbst in 0,05 m nicht gefroren; der Schneemantel und der Filz von Pflanzenwurzeln haben den Boden vollständig geschützt.

Während der zweiten Periode ist in den ersten Tagen des Januar infolge des Thauwetters, das am 28. December begonnen, die Temperatur gestiegen und erreichte ein Maximum von 11,2° am 2. Januar, dann sank sie wieder auf fast — 10° am 28. und 29. Januar. Dieses erste Maximum machte sich fühlbar in allen Tiefen des nackten Bodens, während in dem mit Rasen bedeckten der Einfluß desselben kaum merklich gewesen, und die Temperatur fortschreitend bis Ende des Monats sank. In dem kahlen Boden beobachtete man das relative Maximum an folgenden Tagen: in 0,05 und 0,1 m Tiefe am 2. Januar, in 0,2 m am 6. Januar Morgens, in 0,3 m am 6. Januar Abends und in 0,6 m Tiefe am 7. Januar Morgens. Von diesem Zeitpunkte an sank die Temperatur unter dem Einfluß der zunehmenden Kälte der Luft in beiden Böden, die auch bald froren, und der Frost drang im kahlen Boden sogar bis 0,6 m Tiefe; da hier das Minimum sehr nahe bei 0° blieb, darf man annehmen, daß der Frost nicht viel tiefer gedrungen ist.

Ueber das Vordringen der Kälte geben folgende Zahlen Aufschluß. Die Temperatur von 0° wurde beobachtet: 1) im kahlen Boden: in 0 m Tiefe am 4. Januar, in 0,05 m am 8., in 0,1 m am 9., in 0,2 m am 13., in 0,3 m am 21. Januar, in 0, 6 m am 5. Februar; 2) im mit Rasen bedeckten Boden waren die entsprechenden Tage: 4., 13., 21., 29. Januar, 5. Februar. Die Temperaturminima waren in den 6 Tiefen von 0 bis 0,6 m: im nackten Boden — 9,9°, — 6,82°, — 5,42°, — 3,72°, — 1,97° und — 0,02°; in dem mit Rasen bedeckten Boden waren die absoluten Minima: — 9,9°, — 1,87°, — 1,05°, — 0,42°, — 0,12° und + 0,5°; das letzte Minimum in 0,6 m trat erst am 18. Februar auf. Man sieht hieraus, daß die Fortpflanzung des Frostes langsamer war im mit Rasen bedeckten Boden, wie im kahlen.

In dem kahlen Boden wuchs die Fortpflanzungsgeschwindigkeit des Frostes

sehr wenig mit der Tiefe, und es war diese Fortpflanzung eine sehr regelmäßige; in dem mit Rasen bedeckten Boden war diese Zunahme eine sehr beträchtliche; in dem Maße, als man sich von der Oberfläche des Bodens, das heißt von dem schützenden Einfluß der ihn bedeckenden Vegetation entfernte, strebte die Fortpflanzungsgeschwindigkeit des Frostes sich der zu nähern, die man im kahlen Boden findet. Man bemerkte ferner, daß die Fortpflanzungsgeschwindigkeit des Temperaturminimums mit zunehmender Tiefe bedeutend abnahm; zwischen 0,3 und 0,6 m Tiefe ist sie im mit Rasen bedeckten Boden etwa um die Hälfte kleiner als im kahlen.

Es folgt endlich aus der Gesammtheit der Beobachtungen, daß jede Bodenschicht dem Einflusse zweier Wärmewirkungen ausgesetzt ist, einer, die herrührt von den Schwankungen der äußeren Temperatur, und einer zweiten, die herrührt von der Wirkung der etifen Schichten, welche diesen eine constante Temperatur zu geben streben, wie man sie von einer bestimmten Tiefe an beobachtet. Die Amplitude der Wärmeoscillation, welche die Folge dieser verwickelten Einflüsse ist, wird, wenn keine Störung, wie etwa ein Eindringen von Wasser, eingreift, um so kleiner, je größer die Tiefe der Schicht ist. —

(Anm. des Ref. Ueber das Eindringen des Frostes in den unbedeckten und bedeckten Boden, sowie über den Einfluß des Schnees auf die Bodentemperatur hat Ref. bereits in den Jahren 1873—1876 sehr ausführliche Versuche angestellt[1]), welche ein viel zutreffenderes Bild von den betreffenden Erscheinungen liefern, als diejenigen der vorgenannten Autoren, weil sie sich über größere Zeiträume erstreckten, als diese.) *E. W.*

E. Prillieux. **Ueber den Einfluß der Bodenwärme auf Veränderungen im Wachsthum der Pflanzen.** Ann. des sc. nat. Bot. Ser. 6. T. X. Nr. 6. p. 347 und „der Naturforscher" 1881. Nr. 33. S. 311.

Die Kenntniß der Wirkung, welche die verschiedenen äußeren Einflüsse auf das Leben der Pflanzen ausüben, ist so wichtig, daß selbst die Verunstaltungen und Monstrositäten ein großes Interesse besitzen, wenn man ihre Entstehung sicher auf eine ganz bestimmte, äußere Ursache zurückführen kann. Nach dieser Richtung hat nun *Edm. Prillieux* eine Modifikation der normalen Structur der Stengel an Pflanzen beobachtet, welche sich in einem Boden entwickelten, dessen Temperatur höher war, als die der umgebenden Luft, und zwar gelangen die Beobachtungen am schönsten bei Bohnen und Kürbis.

Er säte die Samen in einer großen Schüssel in einer Erde, welche durch einen knieförmig gebogenen Messingstab erwärmt werden konnte; dieser steckte senkrecht im Boden und wurde am horizontalen Ende durch eine Gasflamme erwärmt, der Raum, in dem der Versuch ausgeführt wurde, war feucht und kalt. Die Samen keimten gut, aber sowie die Pflanzen aus der Erde kamen, zeigten sie ein sehr bizarres Aussehen; sie wuchsen nur wenig in die Länge, blähten sich vielmehr sehr ungewöhnlich auf. Dieses übermäßige Dickenwachsthum erzeugte starke Spannungen in den oberflächlichen Schichten, die sich darin documentirten, daß fast alle angeschwollenen, jungen Stengel früher oder später tiefe

[1]) Vergl. *E. Wollny*, Der Einfluß der Pflanzendecke und der Beschattung auf die physikalischen Eigenschaften und die Fruchtbarkeit des Bodens. Berlin 1877. *Wiegandt Hempel* und *Parey*. S. 15—104.

Risse zeigten, welche bis zum Mark reichten und eine weitere Entwickelung unmöglich machten. Die Risse hatten selten eine Längsrichtung, waren vielmehr meistentheils quer, und lieferten einen deutlichen Beweis dafür, daß die Dickenzunahme der tieferen Theile eine größere gewesen, als die der oberflächlichen.

Bei der anatomischen Untersuchung dieser aufgeblähten Stengel fand *Prillieux*, daß die Zellen des Rindengewebes, besonders in den tieferen Schichten, und die Zellen des Marks ungemein erweitert waren; sie hatten fast einen vierfachen Durchmesser wie die normalen Zellen; hingegen waren die Oberhautzellen viel weniger vergrößert, ihre Ausdehnung in querer Richtung war mehr die Folge der Compression, die sie zu erleiden hatten; denn sie waren kürzer als die normalen Zellen. Das beträchtliche Wachsen der Zellen des Rindenparenchyms und des Marks war nicht begleitet von einer Vermehrung dieser Zellen. Die Elemente des Bastes waren in den aufgeblähten Stengeln gleichfalls größer, als in den normalen; aber man beobachtete auch eine Vermehrung der Zellen in dem Bastparenchym, welches der Wachsthumszone benachbart war. Diese Vermehrung einiger Elemente der aufgeblähten Stengel war jedoch unbedeutend, und man kann im allgemeinen sagen, daß von der Volumzunahme und nicht von der Zellenvermehrung das Aufblähen der Stengel herrührt, welche eine Art von Knollenbildung erfahren, wenn sie in einem erwärmten Boden treiben.

Der wesentlichste Vorgang bei diesem Experiment ist sonach die Hypertrophie der Zellen, welche sich nicht blos auf die Zellenwände, sondern auch auf die Kerne erstreckt. Die letzteren sind meist sehr groß, eigenthümlich lappig und warzenförmig und vermehren sich innerhalb ihrer Zellen, so daß diese hypertrophirten Zellen meist vielkernig sind. Auch die Kernkörperchen innerhalb dieser hypertrophischen Kerne zeigen oft eigenthümlich längliche und lappige Formen und vermehren sich gleichfalls. Die Vielheit der Kernkörperchen in den hypertrophischen Kernen ist ebenso gewöhnlich, wie die Vielheit der Kerne in den hypertrophischen Zellen. Zum Schluß sei noch bemerkt, daß in den vorstehenden Experimenten der Temperaturüberschuß des Bodens gegen den der Luft etwa 10° betragen hat.

E. Wollny. **Ueber den Kohlensäuregehalt der Bodenluft.** Deutsche landw. Presse. 1881. Nr. 28.

E. Wollny. **Ueber das Eggen, Hacken und Schälen des Ackerlandes.** Allgem. Hopfenzeitung. 1881. Nr. 62. 63.

E. Laufer. **Der Babelsberg.** Geognostisch und pedologisch bearbeitet. Jahrb. d. k. pr. geolog. Landesanstalt für 1880. Berlin 1881. S. 294—334.

II. Physik der Pflanze.

Untersuchungen über innere Wachsthumsursachen und deren künstliche Beeinflussung.

Ein Beitrag zur Theorie des Pflanzenbaues.

Von Dr. **Carl Kraus** in Triesdorf.

II. Untersuchungen[1]).

10. Untersuchungen über die künstliche Beeinflussung des Wachsthums von Allium cepa durch „Ausdörren" der Saatzwiebeln.

Es ist bei Gärtnern seit je übliche Sitte, die zum Ausstecken bestimmten Zwiebeln in Säckchen oder Netzen in der Nähe des geheizten Ofens über Winter hängen zu lassen, weil man dies Verfahren als für den Ertrag vortheilhaft erkannt hat. Für Erklärung des näheren Zusammenhangs existiren meist nur nebelhafte Vorstellungen; die, soviel mir bekannt, einzige bestimmte Ansicht hat *Langethal*[2]) ausgesprochen: dieser sieht den Erfolg des bezeichneten Verfahrens darin, daß hiedurch die Zwiebeln das Vermögen, Stengel zu treiben, verlieren, während die Blätter um so geiler, die Erntezwiebeln um so größer werden.

Mußte schon eine derartige, so weit greifende Beeinflussung des spezifischen Entwickelungsgangs, im Falle es mit ihr seine Richtigkeit haben sollte, die Aufmerksamkeit lebhaft auf sich ziehen, so war dies um so mehr der Fall, da hier ein analoger Fall vorzuliegen schien, wie von *Wollny*[3]) bei Samen durch Ausdörren, von mir selbst[4]) bei Kartoffeln

---

1) Fortsetzung zu Bd. IV. pag. 34 dieser Zeitschrift.

2) *Langethal*, Handbuch der landw. Pflanzenkunde. 5. Aufl. Th. III. p. 288.

3) *E. Wollny*, Oesterr. landw. Wochenblatt 1879, Nr. 48. Ref. Bd. III. pag. 183 dieser Zeitschrift.

4) *C. Kraus*, Bd. III. pag. 252 dieser Zeitschrift.

und Topinamburs durch Welkenlassen der Saatknollen, dann bei Epheu[1]) als Nachwirkung intensiver Besonnung eine erhebliche und nachhaltige Verminderung der Wachsthumsfähigkeit beobachtet wurde. Ja nach späteren Beobachtungen[2]) hat bei Kartoffelknollen, die in großer Trockenheit auskeimten, die Wachsthumsfähigkeit der Sprosse eine so nachhaltige Verminderung erlitten, daß auch bei nachheriger Uebertragung ins Feuchte und nach Entstehung kräftiger Bewurzelung die Axe immerhin nur 5 cm Länge erreichte, dafür aber schon bei so geringer Länge in Blüthenbildung überging.

Wie hier gleich bemerkt sei, verliert in der That der Vegetationspunkt von in der bezeichneten oder einer ähnlichen Weise präparirten Zwiebeln die Fähigkeit, weiter zu wachsen, oder wenn dies geschieht, so entstehen nur vereinzelte, noch dazu meist kümmerliche, zum Theil abnorme Blüthenschäfte. Die in den Jahren 1880 und 1881 angestellten Versuche ergaben aber ein etwas abweichendes Resultat, je nach der Größe der Saatzwiebeln: gerade bei den größten, in normalen Fällen am leichtesten schossenden, war die verzögernde oder hemmende Beeinflussung am allerausgiebigsten. Ich beschreibe zunächst die ausgedehnteren Versuche vom Jahre 1881. Die Zwiebeln der Versuchssorte sind rundlichplatt, blaßroth.

Im Oktober des Jahres 1880 wurde eine Parthie sehr großer, dann mittelgroßer und kleiner Zwiebeln ausgewählt, so viel als möglich in jeder Kategorie solche gleicher Größe. Die stärksten hatten eine Größe, in der man gewöhnlich Zwiebeln zur Samengewinnung verwendet, die kleinsten wären als «Steckzwiebeln» verwendbar gewesen. Diese Parthie wurde in zwei Theile getheilt, deren einer in einer (ungedeckten) Pappschachtel in ein während des Winters nicht geheiztes Zimmer gebracht wurde, während der andere in einen Sack kam, der neben dem geheizten Ofen aufgehängt wurde. Bei beiden Abtheilungen trieben über Winter die Blätter der größeren Zwiebeln aus, bei den kalt gehaltenen sehr viel stärker als bei den im Sack befindlichen.

Im Frühjahre 1881 wurde aus beiden Reihen eine Anzahl großer, mittelgroßer und kleiner Zwiebeln von möglichst gleicher Größe ausgesucht,

[1]) *C. Kraus*, Flora 1880. Nr. 31. Ref. Bd. IV. pag. 69 dieser Zeitschrift.
[2]) *C. Kraus*, Bd. IV. pag. 58 dieser Zeitschrift.

hiebei darauf geachtet, daß die Blätter der angetriebenen großen in gleicher Länge gewachsen waren. Auch wurden nur solche mit möglichst wenig entwickelten Achseltrieben verwendet. Die Bezeichnung «ausgedörrt» für die Zwiebeln der wärmer gehaltenen Reihe mag der Kürze wegen beibehalten werden, mit der thatsächlichen Beschaffenheit dieser Zwiebeln stimmt dieser Ausdruck nicht im Entferntesten, indem man nach Entfernung der braunen Häute nicht im Stande war, dieselben von der kälteren Reihe zu unterscheiden. Abgesehen von einigen, im oberen Theil etwas zusammengeschrumpften Exemplaren besaßen die übrigen ein ebenso pralles Ansehen, wie jene aus dem ungeheizten Zimmer. Ia α = Saatzwiebeln groß, gedörrt; Ia β = Saatzwiebeln groß, frisch; Ib α, Ib β = die bezüglichen mittelgroßen, Ic α, Ic β = die bezüglichen kleinen Zwiebeln.

Durchschnittsgewicht bei

Ia α	82,16 g	Ia β	87,67 g,	im Oktober des Jahres vorher 174,10 g
Ib α	25,38 „	Ib β	28,64 „	„ „ „ „ 34,37 „
Ic α	4,07 „	Ic β	4,75 „	„ „ „ „ 5,23 „

Reihe II bilden 7 Stück Zwiebeln, im Gesammtgewicht von 255,5 g (Durchschnitt 36,5 g), welche bei der Ernte im Jahre 1880 an der Südseite einer Mauer liegen geblieben waren und hier ohne allen Schutz den allerdings größten Theils milden Winter 1880/81 zubrachten. Erst Mitte April wurden sie aufgenommen. Zu dieser Zeit waren deren Schalen stark runzelig geschrumpft, die Laubblätter aber hatten stark getrieben und waren, die welken Spitzen abgerechnet, prall und dunkelgrün. Es ist bemerkenswerth, daß so wasserreiche Gebilde ohne Wasserzufuhr so lange Zeit, ohne abzusterben, ausdauern können.

Ausgelegt wurde am 19. April auf einer möglichst gleichmäßigen, sehr trockenen Fläche, α und β abwechselnd, um die Ungleichheiten des Bodens möglichst zu paralysiren, und zwar von Ia α 11, β 11; Ib α 6, β 6; Ic α 12, β 15 Stück.

Bis zum 5. Mai haben sämmtliche Zwiebeln getrieben, die kleinen allerdings nur schwach. Bei a α sind die Blätter gegenüber a β auffällig kürzer, schwächlicher, oft verkrümmt, aber bei beiden Kategorien dunkelgrün. Bei b und c läßt sich dagegen kein entschiedener Unterschied in der Blattbildung von α und β erkennen. Blätter hellgrün. Reihe II hat meist kräftigen Wuchs, Spitzen der meisten Blätter entfärbt.

Bis zum 11. Mai sind bei a α die Spitzen der Blätter weiß oder gelblich, öfter bis 5 cm abwärts. Blattwuchs dieser Pflanzen noch immer krüppelig. Sonst wie vorher.

Am 17. Mai stechen die großen Blattbüschel von a β außerordentlich ab gegen jene von a α, die um die Hälfte oder bis zu einem Drittel kürzer sind. Bei b und c kein Unterschied zwischen α und β.

Am 21. Mai: sämmtliche a β-Pflanzen mit Blüthenschäften, bei Reihe II zwei Pflanzen; sonst nirgends Schäfte.

Am 23. Mai: ebenso; bei II drei Pflanzen mit Schäften. Bis hieher haben sich die Blätter der a α-Pflanzen erheblich gekräftigt, der Unterschied gegenüber a β ist geringer geworden, es sind aber die Blätter immer noch kürzer, dafür gedrungener als bei a β. Jede a β-Pflanze hat mehr als einen Schaft, bei a α trägt eine Pflanze einen, aber sehr kümmerlichen, dünnen Schaft. — Bei b und c kein Unterschied zwischen α und β, kein Schaft. — Bei Reihe II sind vier Pflanzen sehr kräftig, drei schwächlich, aber alle mit Schäften.

Am 27. Mai: Blätter von a β immer noch erheblich länger als von a α. Zwei Pflanzen von b β mit Schäften.

Am 1. Juni: Blätter wie vorher. Zwei Pflanzen *a* α mit je einem schwächlichen Schaft. Bei b besteht der ganze Unterschied zwischen α und β darin, daß zwei Exemplare β je einen Schaft getrieben haben. Bei c ist gar kein Unterschied. — Bei Reihe II alle Pflanzen bis auf eine kräftig.

Allmählich werden die Blätter von a α erheblich länger als bei *a* β, die Schäfte der ersteren (bei zwei Pflanzen) aber bleiben schwächlich, sie sind unregelmäßig hin und her- und nach abwärts gekrümmt.

Am 11. Juni: Alle Pflanzen b β mit Schäften, von b α eine einzige. Bei c 1 β mit Schaft.

Am 15. Juni ergiebt sich als Länge der Blätter und Zahl der Schäfte bei a α: 54 cm, 2 Schäfte; bei a β: 34 cm, 33 Schäfte (pro Pflanze 3,3). Durchschnittliche Schaftlänge bei a α 41, bei a β 75 cm. Reihe II hat 17 Schäfte (pro Pflanze 2,4), Durchschnittslänge derselben 70 cm. Der Schaft der einen Pflanze von b α ist kräftig, 65 cm lang. Länge der Blätter bei b α durchschnittlich 69, bei b β 41 cm, demnach derselbe Unterschied wie bei Abtheilung a. — Drei Pflanzen c β mit kräftigem Schaft, von c α keine.

Am 20. Juni: Es ist bei einer anderen Pflanze a α ein Schaft entstanden, welcher sehr schwach, bandartig flach ist und nach abwärts hängt.

Am 24. Juni: Noch eine Pflanze a α mit schwächlichem Schaft.

Am 5. Juli: Bei zwei Pflanzen der Abtheilung a α sind die Schäfte merklich erstarkt, bei den zwei anderen dagegen nicht. Eine von den letzteren hat Brutzwiebelchen in der Dolde gebildet. (Die Blätter an den Schäften a α sind viel länger als an jenen von a β.)

Weiterhin beginnen die Blattbüschel der nicht geschoßten Pflanzen an der Basis zu erschlaffen und sich umzulegen. Am 28. Juli wird geerntet. - Das Ernteergebniß ist folgendes.

Es hat		ungeschoßte Zwiebeln		
		bei Reihe Ia α	bei Reihe Ia β	bei Reihe Ib α
Pflanze	1	3 im Gewichte von 192 g	2	2 im Gewichte von 245 g
»	2	5 » » » 214 »	0	2 » » » 292 »
»	3	5 » » » 345 »	3	2 » » » 207 »
»	4	4 » » » 195 »	0	3 » » » 270 »
»	5	3 » » » 115 »	0	2 » » » 307 »
»	6	2 » » » 175 »	0	0 » » » 0 »
»	7	3 » » » 205 »	0	— —
»	8	4 » » » 382 »	0	— —
»	9	5 » » » 150 »	1	— —
»	10	2 » » » 227 »	1	— —
»	11	4 » » » 202 »	0	— —
Durchschn.		3,6 im Gewichte von 218,3 g	0,6[1])	1,8 220,1 g
Durchschnittsgew. einer Zwiebel		60,0 »	—	— 120,0 »

Bei Reihe Ib β (ähnlich wie bei Ia β) fast keine ungeschoßten Zwiebeln, bei den

12 Pflanzen von Ic α insgesammt 12 Zwiebeln (pro Pflanze 1) im Gesammtgewicht von 764 g (durchschnittlich 63,6 g),

15 Pflanzen von Ic β insgesammt 13 Zwiebeln (pro Pflanze 0,8) im Gesammtgewicht von 806 g (durchschnittlich 53,7 g).

[1]) Die Zwiebel als perennirende Pflanze entwickelt an der Basis der Schäfte aus Achselknospen derselben Brutzwiebeln. Bei späterer Ernte hätte man vermuthlich, ähnlich wie bei den Versuchen vom Jahre 1880 (siehe daselbst) eine größere Zwiebelzahl vorgefunden. Da dieselben meist klein sind, kommen sie praktisch bei der Ernte so gut wie nicht in Betracht.

Durchschnittsgewicht einer Zwiebel von Ic α 63,6, von Ic β 62,0 g.

Die 7 Pflanzen der Reihe II liefern nur 2 ungeschoßte Zwiebeln.

Zahl der Schäfte						
bei Reihe Ia α	Ia β	Ib α	Ib β	Ic α	Ic β	II
4 = 9,0%	41 insgesammt 29 Zwiebeln mit Schäften[1]) = 80,5%.	2 = 15,3%	16 = 83,2%	0	2 = 13,3%	19 = 90,4%

Die Procente beziehen sich auf die Gesammtzahl der entwickelten Zwiebelsprosse, d. h. also auf die Zahl der Bestockungstriebe.

Nach obigen Mittheilungen besteht der Erfolg des Ausdörrens, zunächst bei **großen** Zwiebeln, darin, daß

1. **Die Wachsthumsfähigkeit gewisser Organe erheblich vermindert, zum Theil ganz unterdrückt wird.**

Zunächst zeigt sich dies im Wachsthum der grünen Blätter: dasselbe ist sehr verzögert und kümmerlich, es dauert lange, bis die Blätter erstarken. Dies beweist, daß deren basale Wachsthumszone durch den Ausdörrungsproceß eine sehr erhebliche Beeinflussung erleidet. Dann aber hat der Vegetationspunkt die Fähigkeit verloren, zu einer Inflorescenz mit kräftigem Schafte sich auszubilden; und wenn ja ein Rest der spezifischen Befähigung hiezu geblieben ist, so entstehen meist nur schwächliche, kümmerliche Schäfte mit kleinen, zum Theil abnormen Dolden. Diese Unfähigkeit zum Uebergang in Blüthenbildung findet sich bei nicht gedörrten Zwiebeln nur ganz ausnahmsweise, ähnlich wie ja auch manche Zuckerrüben auch im zweiten Jahre nicht schossen.

2. **Die Verminderung oder Aufhebung der Wachsthumsfähigkeit der Zwiebelaxen hat eine ungewöhnliche Förderung des Wachsthums der Laubblätter im späteren Stadium zur Folge.**

Während dieselben an den Schäfte treibenden Axen eher zu wachsen aufhören und auch eher verdorren, wachsen sie an den nicht schossenden Zwiebeln noch lange fort in die Länge, mit Verlängerung ihrer Lebensdauer.

3. **Aus derselben Ursache hat sich auch die Bestockung verstärkt**, allerdings in nicht sehr beträchtlichem Grade. Es treffen pro Pflanze der gedörrten Reihe 4,0, der nichtgedörrten 3,3 Sprosse.

[1]) Es treffen nämlich öfter pro Zwiebel mehrere Schäfte, weshalb die Zahl der Schäfte insgesammt größer ist als jene der Bestockungszwiebeln.

So bei den großen Saatzwiebeln. Bei mittelgroßen fällt, in Uebereinstimmung mit der während des Dörrens weniger fortgeschrittenen Blattentwickelung, die anfängliche Periode kümmerlichen Blattwuchses weg, wohl aber ist auch hier die Fähigkeit zur Schaftbildung größten Theils unterdrückt, dafür der Blattwuchs gefördert. Bei kleinen Zwiebeln zeigte sich die Dörrung vom geringsten Einflusse; es konnte dies wohl auch deshalb nicht sein, weil die Neigung zur Schaftbildung an sich schon eine sehr geringe ist. Immerhin aber wurde dieselbe durch das Ausdörren ganz verhindert, während von den frischen Zwiebeln 13,3 % schoßten.

Es entsteht nun die Frage, welches die nächste äußere Ursache zur Herbeiführung solch ausgiebigen Eingriffs in den normalen Entwickelungsgang ist. Als innere Ursache bleibt nur anzunehmen, daß direkt eine Beeinflussung der molekularen Structur der Protoplasmen stattgefunden habe. In ersterer Hinsicht aber könnte es sich um den Wasserverlust oder um die Folgen der lange dauernden Einwirkung höherer Temperatur handeln. Der Umstand, daß die gedörrten Zwiebeln keineswegs welk werden; daß die im ungeheizten Zimmer aufbewahrt gewesenen Zwiebeln sehr viel längere Blätter trieben und gewiß auch ausgiebig verdunsteten; daß bei den stark welken Pflanzen der Reihe II keine derartige Unfähigkeit zum Schossen beobachtet wurde: veranlaßt zu der Annahme, es handle sich um den Erfolg der Einwirkung höherer Temperatur auf die Vegetationspunkte der Zwiebeln. Wir können uns auch wohl vorstellen, daß die höhere Temperatur am geheizten Ofen ganz energisch das Wachsthum anregt, d. h. dem entsprechende molekulare Veränderungen der Plasmen herbeiführt, während bei der verstärkten Verdunstung dies Wachsthum nicht zum Ausdrucke kommen kann. Man könnte vermuthen, daß bei dem Wasserreichthum der Zwiebeln die besagten Veränderungen sehr viel ausgiebiger sein werden, als z. B. bei lufttrocken gewordenen Samen.

Aus den Versuchen vom Jahre 1880 bleibt wenig beizufügen. Die Saatzwiebeln wurden hier sämmtlich über Winter gleich, in einem ungeheizten Zimmer, aufbewahrt. Das «Ausdörren» wurde erst kurz vor dem Ausstecken eingeleitet, indem eine Parthie Zwiebeln vom 25. Mai ab drei Tage nacheinander, nach Beseitigung der braunen Schuppen, sehr starker Besonnung ausgesetzt wurde. Es herrschte zu dieser Zeit große Hitze

und starker Wind. Die Zwiebeln zeigten sich nachher, wenigstens in den äußeren Schalen, wirklich welk.

Von den am 29. Mai ausgelegten 16 Zwiebeln, halb frisch, halb gedörrt, waren bis zum 16. Juni alle frischen aufgegangen, von den welken nur 4 und diese zögernd. Sie blieben die ganze Vegetationszeit gegenüber den frischen zurück, ihre Blätter blieben kürzer und dünner, es entwickelte nur eine Pflanze einen Schaft, und dieser blieb kümmerlich, mit vielen Brutzwiebeln in der schwächlichen Dolde. Die 4 Pflanzen erzeugten zusammen 18 ungeschoßte Zwiebeln = 4,5 pro Pflanze, während die 8 frischen Pflanzen zusammen 22 Schäfte = 2,7 pro Pflanze und, ohne die Brutzwiebeln an der Basis der Schäfte, 6 ungeschoßte Zwiebeln = 0,7 pro Pflanze entwickelten. Mit den Brutzwiebeln am Grunde der Schäfte (geerntet wurde am 4. September) treffen freilich pro Pflanze 3,0 ungeschoßte Zwiebeln.

In praktischer Hinsicht erweist sich die im Vorstehenden dargelegte Beeinflussung des gesammten Entwickelungsgangs von Allium cepa als außerordentlich vortheilhaft, selbst in trockenen Lagen und Jahrgängen: bei Zwiebeln jeder Größe vermindert sich die lästige Erscheinung des Schossens; es wird hiedurch die Möglichkeit gewährt, ohne Gefahr auch größere Saatzwiebeln zu verwenden, ja es erscheint letzteres sogar in verschiedener Richtung vortheilhaft gegenüber der Anwendung kleiner Steckzwiebeln; wir vermochten hiedurch aus den größten Saatzwiebeln pro Pflanze 3,6 ungeschoßte Zwiebeln im Gesammtgewichte von 218,3 g zu erhalten, während von kleinen ungedörrten Saatzwiebeln pro Pflanze nur 0,8 ebensolcher Zwiebeln im Gewichte von 53,7 g, von kleinen gedörrten 1 im Gewichte von 63,6 g geerntet wurde. Der natürlich für größere Saatzwiebeln erforderliche größere Standraum dürfte durch diese große Ertragsdifferenz weitaus aufgewogen werden.

11. Zweiter Nachtrag zu früheren Untersuchungen.

1. Künstliche Beeinflussung des spezifischen Bildungsgangs von Helianthus annuus durch Entblätterung, dann des anatomischen Baus bei nicht entblätterten Pflanzen durch Abschneiden der terminalen Blüthenkörbchen.

Die auch im vergangenen Jahre wiederholten Versuche, durch Entblätterung von Pflanzen verschiedenen Alters eine Umänderung der In-

volucralblätter herbeizuführen, führten zu demselben Resultate wie früher, daß es nämlich bei vielen Individuen geeigneten Alters gelingt, das Wachsthum der bezeichneten Organe derart zu verändern, daß sie sich mehr oder weniger dem Habitus kleiner Laubblätter, unter gleichzeitiger früher und energischer epinastischer Zurückkrümmung, nähern. Bisweilen zeigte sich solche Vergrünung dann in hohem Grade, wenn die Entblätterung erst bei älteren, starken Pflanzen vorgenommen wurde, aber dann nicht an den Brakteen des terminalen Körbchens, sondern an jenen, welche an der Spitze von seitlich aus dem Hauptstengel entspringenden Sprossen auftraten. Vor Allem aber ist hervorzuheben, daß mit Aussicht auf Erfolg bei den wenigsten Varietäten operirt werden kann, nämlich nur bei solchen, bei denen Entblätterung nicht etwa sofortige Entwickelung von Achselsprossen zur Folge hat. Von den mir bekannten Varietäten eignete sich blos die von Anfang an benützte großsamige, gestreifte, einköpfige russische Sonnenblume, welche bei weitaus den meisten Individuen unter keinen Umständen Achselsprosse entwickelt. Bei vielen Exemplaren sieht man im Winkel der Blätter, besonders der oberen, anstatt der Knospen Wulste auftreten, aus denen auch nach Köpfung der Axe kein Seitensproß hervorgeht. Diese Varietät hat die Fähigkeit zur Entwickelung von Achselsprossen fast ganz verloren. Demzufolge gelang der vorhin erwähnte Versuch, durch Köpfung und Entblätterung an bereits älteren kräftigen Individuen Sprosse mit vergrünenden Brakteen hervorzutreiben, nur bei wenigen Individuen. Vielfach trat bei entblätterten älteren Pflanzen starke Blutung in die Blattwinkel ein (nicht aus den durch Schrumpfung alsbald sich verschließenden Blattstielwunden), also gerade da, wo sonst die Knospen durch den bezeichneten Eingriff zum Hervorwachsen gezwungen werden. Geköpfte und entblätterte starke Stengel, weiterhin keine Neubildung erzeugend, füllten sich vielfach in all ihren Hohlräumen mit Saft, sie erhielten eine außerordentliche Saftigkeit aller Gewebe, aber wurden auch bald schwarz und zerweichten bis zum Grunde in einen dunkeln Brei. Bemerkenswerth ist, daß entblätterte Stengel auch bei großer Trockenheit und Hitze stark bluteten, ja es wurde wiederholt beobachtet, daß Blutung sofort eintrat, z. B. am 22. Juni in heißer, trockener Tageszeit, als 25 bis 30 cm hohe Pflanzen, welche 9 bis 10 ausgebildete Blätter trugen, bei intensivster Besonnung ihrer zur Zeit schlaffen Blätter beraubt wurden.

Ganz merkwürdiger Art waren die Veränderungen, welche kräftige, ältere Stengel zeigten, denen die sämmtlichen Blätter verblieben, und nur das terminale Körbchen genommen wurde. Es unterbleibt Entwickelung von Achselsprossen wie überhaupt von Neubildungen (wozu ja die Varietät aus primären, inneren Ursachen unfähig ist), dafür aber äußert sich die Concentrirung der Säftemasse auf Blätter und Stengel in eigenthümlichen Modifikationen des anatomischen Baus. Schon von Außen erkennt man diese Stengel als von den nicht geköpften abweichend durch auffällige Dicke und Stärke (es hatten z. B. am 28. Juni geköpfte Stengel am 6. Oktober bei 67 bis 100 cm Länge im oberen Theil bis 160 mm Umfang), durch dunkelgrüne Färbung, vor Allem aber durch außerordentlich starke Furchung der Längsoberfläche. Die normalen Stengel sind zur Zeit, Anfang Oktober, bei fast völliger Reifung der Samen, blaß grünlich gelb, ihre Längsoberfläche ist verschieden stark, im Allgemeinen aber schwach gefurcht, im oberen Theil des Stengels stärker als im unteren. Von jedem Blattansatz laufen 3 Kanten am Internodium abwärts, von denen die mittlere meist viel stärker ist als die beiden seitlichen, manchmal ist sie allein deutlich erkennbar oder außer ihr nur eine seitliche oder es laufen die mittlere und eine seitliche in einen Kamm zusammen. Die Kanten endigen auf der Oberseite der Blattansätze und laufen niemals ununterbrochen unter dem Blattansatze hinweg auf das nächst untere Internodium. Die Blattansätze, besonders der unteren Blätter, sind an der Basis schwach wulstig verdickt (von diesem Wulst der Blattstielbasis laufen eben die pro Blatt treffenden 3 Kanten abwärts).

Bei den geköpften Stengeln sind nun die bezeichneten Kanten ungeheuer stark entwickelt, besonders in der oberen Stengelregion, wodurch diese Stengel vielfach oben beträchtlich dicker werden als unten. Meist endigen auch hier die Kanten über den Blattansätzen, in einigen Fällen aber setzten sich dieselben durch die Blattansätze resp. unterhalb derselben auf das nächst untere Internodium unmittelbar fort. Die Blattstiele sind sehr dick und fleischig, vielfach oberseits aufgesprungen, die wulstige Verdickung an der Basis derselben ist oft außerordentlich stark und den 3 von da nach abwärts sich ziehenden Kanten entsprechend in 3 Wulste getheilt. Manchmal sind die seitlichen Wulste vom mittleren auf der Oberfläche des Stengels in tangentialer Richtung sehr beträcht-

lich entfernt, und in diesen Fällen laufen dann die Kanten des nächst oberen Internodiums unmittelbar und zwar zwischen den Wulsten des unteren Blattansatzes in das nächst untere Internodium fort. Oft verlaufen die Kanten nicht durch das ganze Internodium in gleicher Höhe, sondern stellenweise erheblich verstärkt. Manchmal sind die basalen Blattstielwulste aufgesprungen, die Wunden mit Kork überzogen; sehr häufig ist die Oberfläche der Stengel mit zahlreichen warzenähnlichen parenchymatischen Wucherungen verschiedener Form bedeckt. Von 8 Ende Juni geköpften Pflanzen, deren Stengel sämmtlich (wie auch bei ähnlichen Versuchen im Jahre vorher) die nämliche Veränderung zeigten, trieben bei zweien an der Basis Sprosse aus: bei der einen nur einer von 34 cm Länge, welcher sehr dickfleischig, im Querschnitt elliptisch (längere Axe horizontal), auf der Außenseite stark gefurcht war; bei der anderen zwei opponirte Sprosse mit gleichfalls elliptischem Querschnitt (längere Axe vertikal) und etwas knollig verdickter Ansatzbasis.

Beim Anschneiden der bezeichneten Stengel fällt ihre außerordentliche Saftigkeit (woher jedenfalls mit ihr großes Gewicht rührt) auf, die beschränkte Ausdehnung der weißen Markparthie, dann ihre große Weichheit: sie schneiden sich wie Rübengewebe gegenüber der Holzigkeit der nichtgeköpften Pflanzen. Die anatomische Untersuchung ergiebt, daß eine ganz bedeutende Verdickung der Gefäßbündel, besonders der in den Kanten liegenden, eingetreten ist, so daß z. B. deren radialer Durchmesser bis zu 15 mm beträgt, während die stärksten Bündel gleicher Stellung nicht geköpfter Pflanzen höchstens (in gleicher Stengelregion) 5 mm Durchmesser hatten, so daß also die Verdickung das Drei- und auch Mehrfache der normalen erreichen kann. Außerdem zeigt sich, daß normales sekundäres Holz ganz fehlt, indem sich an Stelle desselben lauter kleinzelliges, saftiges Parenchym entwickelt hat. Weiter ist vielfach das primäre Rindenparenchym um das Doppelte bis Mehrfache des unversehrten Stengels in die Dicke gewachsen, namentlich mit besonderer Ausgiebigkeit in den basalen Blattstielwulsten. Wir finden demnach als Folge des Köpfens bei der russischen, einköpfigen Sonnenblume, bei der keine oder nur geringe Achselsproßbildung eintritt, bei der sich also die gesammte Säftemasse, alles

von den kräftigen Blättern erzeugte Material, im Stengel concentrirt, eine colossal gesteigerte Zellenbildung im Grundgewebe wie in den Gefäßbündeln, bei letzteren sogar noch mehr, wobei aber das Cambium nicht normales Holz, sondern saftiges Parenchym (mit vereinzelten Tracheen) erzeugt.

Aehnliche Veränderungen zeigen sich auch in den stärkeren Bündeln der dicken Blattstiele.

In dieser Weise bieten die oberen Stengelregionen entköpfter Pflanzen hinsichtlich der Ausbildung der Gefäßbündel das Bild von Knollen der Kartoffel oder Topinambur, wo vom Cambium auch nur Parenchym (mit vereinzelten Fasern und Tracheen) erzeugt wird. In der basalen, zur Zeit des Köpfens schon älteren Region zeigt sich zwar auch sehr viel stärkere Holzbildung, aber, soweit untersucht, ist das Holz normal. Bezüglich der Pfahlwurzel, welche manchmal sehr erheblichen Umfang erreicht z. B. in einem Falle 250 mm, gilt Aehnliches.

Diese wenigen, in anatomischer Hinsicht gemachten Bemerkungen, deren ausführliche Darlegung ich mir aber vorbehalte, mögen genügen, um eine so weitgreifende Beeinflussung der inneren Wachsthumsursachen — die weitgreifendste, welche mir überhaupt bis jetzt bekannt ist — zu illustriren. Dieser Erfolg muß uns darauf hinweisen zu untersuchen, in welcher Beziehung die besondere Ausbildung des Gewebes bei Knollen und Rüben zu dem Umstande steht, daß die zugehörigen Wachsthumsherde, die Knospen, im Jahre der Verdickung nicht oder nur ausnahmsweise oder erst später im Jahre auswachsen; er erregt auch das Bedürfniß zu untersuchen, ob vielleicht bei Obstbäumen durch zu einer bestimmten Zeit vorgenommenes Pinciren im anatomischen Bau der Zweige ähnliche Veränderungen, wodurch dieselben dann gegen Frost empfindlicher würden oder Pilzen einen besseren Nährboden gewähren könnten, hervorgerufen werden. Ich führe diese Gesichtspunkte hier an, weil sie beleuchten mögen, daß die Beobachtungen über den Erfolg gewaltsamer Eingriffe in den Pflanzenkörper in wissenschaftlicher wie praktischer Beziehung Anregung und Erweiterung der Gesichtspunkte liefern können.

2. Ueber die künstliche Beeinflussung des Wachsthums durch Vorquellen der Samen.

Die Versuche vom Jahre 1879 [1]) ergaben ein früheres Aufgehen der vorgequellten Samen, eine anfänglich raschere Entwickelung, welche sich allmählich ausglich, um späterhin wieder hervorzutreten. Die Pflanzen aus vorgequellten Samen waren im Wuchse und Blüthenansatze den nicht präparirten überlegen. Im Jahre 1880 [2]) wurde (Versuche mit der großen Mazagonbohne) constatirt, daß der bezeichnete Erfolg auch dann hervortritt, wenn man die vorgequellten Samen bei Zimmertemperatur vor der Aussaat wieder austrocknen läßt, daß die Pflanzen aus solchen Samen auch früher blühen, nicht aber früher reifen. Dagegen konnte in diesem Jahre keinerlei Steigerung des Wuchses, Hülsenansatzes u. s. w. beobachtet werden.

Die Versuche mit langhülsiger Puffbohne im Jahre 1881 wurden so angestellt, daß die Samen auf einem möglichst gleichartigen Feld auf 25 cm im Quadrat, 5 cm tief ausgelegt wurden, und zwar so, daß erstens 2 Reihen Randpflanzen unberücksichtigt blieben, daß zweitens nicht präparirte und präparirte Samen in abwechselnden Reihen gelegt wurden. Es erschwert dies wohl die Uebersicht, erhöht aber die Sicherheit der Resultate. Die präparirten Samen waren 24 Stunden in Wasser gelegen, dann bei Zimmertemperatur wieder völlig ausgetrocknet. Ausgelegt wurden am 3. Mai von Reihe a (vorgequellt, getrocknet) 35, von b (vorgequellt, nicht getrocknet) 29, von c (nicht präparirt) 36 Stück.

Bezüglich des Aufgehens war das Resultat wie bei den früheren Versuchen, nur muß bemerkt werden, daß bei der anhaltenden Trockniß der Saatzeit und der folgenden Wochen der Erfolg des Vorquellens auch insoferne sehr prägnant hervortrat, als die nicht präparirten Samen außerordentlich ungleich, schließlich auch viel weniger vollständig aufgingen. Es erschienen nämlich bis Anfang Juni von a 94,2 %, von b 90,1 %, von c nur 58,3 %. Hiernach empfiehlt sich Vorquellung für größere, hinreichend tief unterzubringende Samen gerade in trockenen Lagen am meisten, im Falle nicht andere Gründe z. B. Frostgefahr entgegenstehen.

Weiter war auch hier anfänglich a und b $>$ c, welcher Unterschied später sich ausglich, bis auch hier die Blüthe früher und reicher bei b

---

[1]) Vergl. Bd. III. pag. 275 dieser Zeitschrift.

[2]) l. c. Bd. IV. pag. 59.

und a eintrat. Es blühten z. B. am 18. Juni von a 50,0, von b 52,0, von c 25,0 %. Bezüglich des Fortschritts der Blüthezeit ergeben sich keine Regelmäßigkeiten (es blühten noch an Hauptaxen am 5. Juli von a 55,8, von b 68,0, von c 70,8 %), ebenso wenig bezüglich der Reifung (reife Pflanzen bei a am 18. August 47,0, bei b 40,0, bei c 33,3 %), obwohl unverkennbar zum Unterschied vom vorjährigen Versuch, die Neigung sich bemerklich machte, der früheren Blüthe auch frühere Reife folgen zu lassen. Jedenfalls kommen die Witterungsverhältnisse gar sehr in Betracht, und es ließe sich eine völlige Erledigung der aufgeworfenen Fragen auch nur bei Treibhauskultur herbeiführen.

Die Ernteergebnisse zeigen wieder wie jene vom Jahre 1879 einen Unterschied zu Gunsten der Reihe a und b, wenigstens hinsichtlich größeren Hülsenansatzes und reicherer Samenbildung. Es treffen nämlich pro Pflanze

	bei Reihe a		Reihe b		Reihe c	
gut entwickelte Hülsen	5,1	Sa. 8,6 [1]	5,7	8,7	4,6	6,0
hievon noch grün	0,7		0,7		0,6	
kleine Hülsen	3,5		3,0		1,4	
gute Samen insgesammt	10,4		13,0		9,5	
in den reifen Hülsen	9,3		11,6		8,1	
Gewicht dieser Samen (g)	12,3		15,5		11,6	
Gewicht eines Samens	1,323		1,300		1,426.	

3. Ueber den Einfluß der Behäufelung auf die Ausbildung des Rübenkörpers.

Die im Jahre 1880 in der bezeichneten Richtung mit Beta- und Brassicarüben angestellten Untersuchungen [2]) hatten übereinstimmend ergeben, daß durch das Anziehen der Erde eine erhebliche Veränderung in der relativen Entwickelung der einzelnen Theile des nämlichen Individuums eintrat, indem die Ausbildung der Nebenwurzeln verringert, die Längsstreckung des Rübenkörpers befördert wurde. Dagegen zeigte sich bei den Beta-Pflanzen zur Zeit der Ernte das Gewicht der Blätterkrone bei den behäufelten Pflanzen geringer, bei den Brassica-Pflanzen größer. Damit übereinstimmend war das Gewicht der producirten Rüben bei Beta

---

[1]) Gutentwickelte und kleine.

[2]) Vergl. Bd. IV. pag. 34 dieser Zeitschrift.

größer bei den nicht behäufelten, bei Brassica bei den behäufelten. Zur Erklärung der verschiedenen Blattproduction wurde nach Analogie anderer Pflanzen angenommen, das Bedecken der Erde bewirke ein vorzeitiges Absterben der älteren Blätter; bei Beta führe dies zu einer absoluten Verminderung der Blattmenge, weil der Verlust nicht durch entsprechende Neuproduction von Blättern ausgeglichen werde, während dies bei Brassica, der hier größeren Neigung der Gipfelknospe zum Längewachsthum entsprechend, geschehe, in Folge dessen eine reichere Ausbildung assimilationsthätigeren jüngeren Laubes eintrete. Weiter wurde als möglich hingestellt, daß sich späterhin, bei längerer Versuchsdauer (die Ernte geschah schon am 18. August) der Unterschied in der Blattmenge verringern, mit der Zeit vielleicht selbst ausgleichen könnte, immerhin aber wurde für die Kohlrüben eine Erhöhung des Ertrags durch Behäufelung, als Folge einer längere Zeit thätig gewesenen größeren assimilirenden Blattfläche, auch für solche Lagen als möglich erklärt, in welchen Behäufelung nicht etwa in physikalischer Hinsicht zur Verbesserung des Gesammtwachsthums beitragen mußte.

Um der Sache auf den Grund zu kommen und obige Voraussetzungen des Näheren zu prüfen, wurden im Jahre 1881 erneute Versuche mit Kohlrüben vorgenommen und hiebei namentlich das Verhalten der Blätter an behäufelten und nicht behäufelten Rüben studirt. Zugleich wurde das Verhalten von Pflanzen in Vergleich gezogen, welchen zu einer gewissen Zeit die äußeren Blätter genommen wurden, dann auch die Feststellung der Wachsthumsverhältnisse durch zu verschiedener Zeit vorgenommene Ernte berücksichtigt. Die Versuchsanstellung im Einzelnen war wie bei den vorjährigen Versuchen. Ausgepflanzt wurden am 7. Juni

Versuchsreihe	1	22	Pflanzen,	behäufelt,
»	2	29	»	nicht behäufelt,
»	3	18	»	» » .

Die Pflanzen dieser Reihe wurden am 24. Juni ihrer sämmtlichen, 2 bis 4 größeren Blätter beraubt, so daß jeder Pflanze nur 2 bis 4 kleinere bis ganz kleine Blätter blieben. — Im Uebrigen standen die Pflanzen der 3 Reihen abwechselnd. Im Verlaufe des Versuchs wurden einzelne Pflanzen theils durch Raupenfraß, theils durch Verletzung der Terminalknospen, theils in Folge stark entwickelter Achselsprosse unbrauchbar. Erste Ernte am 25. August, zweite am 14. September.

Als Entwickelungsgang der Blätter ergiebt sich:

Es treffen pro Pflanze in den einzelnen Reihen an

	größeren Blättern			kleineren Blättern			insgesammt			gelben Blättern		
am	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
1. Juli	2,8	2,7	0,8	2,4	2,6	1,7	5,2	5,3	2,5	—	—	—
16. »	12,4	12,9	9,4	2,3	2,3	2,3	14,7	15,2	11,7	0,4	0,6	—
25. »	13,4	14,5	13,7	2,0	2,0	2,2	15,4	16,5	15,9	3,4	3,6	1,3
6. Aug.	15,1	17,4	15,5	1,9	2,1	1,8	17,0	19,5	17,3	3,8	4,3	4,7
14. »	15,6	15,8[1])	15,8	1,7	2,0	1,6	17,3	17,8	17,4	1,4	1,4	1,0
25. »	18,6	17,2	19,0	2,2	2,4	2,5	20,8	19,6	21,5	1,5	1,6	2,2
14. Sept.	14,2	21,2	15,5	1,6	3,2	2,5	15,8	24,4	18,0	3,8	5,7	4,8

Bei allen drei Reihen wird die Zahl der gleichzeitig vorhandenen größeren Blätter allmählich größer, bei Reihe 3 am raschesten ansteigend. Bis zum 25. August hat bei Reihe 1 und 3 die Blattbildung, wenigstens im Verhältniß zur zweiten Ernte, in Bezug auf die Zahl der Blätter ihren Höhepunkt erreicht. Es drückt sich dies aber auch und zwar noch mehr im Gewichte der Blätterkrone aus: dieselbe wiegt bei der ersten Ernte pro Pflanze in Reihe 1 900,0, Reihe 2 631,8, Reihe 3 750,0 g. Damit übereinstimmend hat auch bis zu dieser die größte Massenproduction bei Reihe 1 stattgefunden. Bei Reihe 3 steht sie, offenbar wegen der anfänglichen Schwächung des Wuchses, zurück. Wir finden pro Pflanze in Gramm

bei Reihe	1	2	3
Gewicht der Rüben	1200,0	1155,5	985,5
» der Halsstücke	65,0	36,3	34,2
» der Wurzelabfälle	44,0	52,7	52,8
Zusammen	1309,0	1244,5	1072,5
Dazu die Blätterkrone	900,0	631,8	750,0
Gesammtproduction	2209,0	1876,3	1822,5

Demnach steht diese Ernte in allen Einzelheiten in Uebereinstimmung mit jener vom 18. August des vorausgehenden Jahres. Bei der zweiten Ernte zeigt sich aber, daß diese durch die Behäufelung (sowie die Beseitigung der unteren Blätter) herbeigeführte

[1]) Diese Verminderung rührt davon, daß bis zu dieser Zeit zwei reichbeblätterte Pflanzen in Folge Entwickelung vieler Achselsprosse unbrauchbar wurden.

einseitige Forcirung der Blattentwickelung auf Kosten des späteren Zeitraums geschieht. Bis zur zweiten Ernte hat sich, in Uebereinstimmung mit dem spezifischen Entwickelungsgange der Blattkrone, das Gewicht der größeren Blätter in allen drei Reihen vermindert, aber bei Reihe 1 und 3 stärker als bei Reihe 2. Daher überwiegt letztere Reihe auch hinsichtlich der Massenproduction pro Pflanze. Es beträgt jetzt

bei Reihe	1	2	3
Das Gewicht der Blätterkrone	530,0	600,0	550,0
» » der Rübenkörper	1350,0	1571,4	1342,8
» » der Halsstücke	74,0	50,0	64,2
» » der Wurzelabfälle	50,0	67,1	64,2
» » der Gesammtproduction	2004,0	2288,5	2021,2.

Daß diese spätere Verminderung des Gewichts der Blätterkrone nicht von einer späteren Zunahme des spontanen Abwerfens von älteren Blättern beruht, ergiebt sich daraus, daß

bei Reihe	1	2	3
bis zur 1. Ernte	14,3	17,2	14,0
» » 2. »	10,5	11,5	9,2

Blätter in absoluter Zahl pro Pflanze abgestoßen werden. Zugleich lassen diese Zahlen ersehen, daß das Absterben der äußeren Blätter durch die Behäufelung nicht befördert wird, daß also unabhängig von dieser Ursache die größere Saftigkeit, welche der obere Rübentheil durch die Bedeckung mit Erde erhält, das Wachsthum der Blätterkrone, wenigstens bis zur ersten Ernte, gefördert wird. Bemerkenswerth ist hieher, daß die Halstheile von Reihe 1 sehr viel länger sind als bei Reihe 2, nicht allein im, sondern auch über dem Boden in einer Höhe, wo die direkte Einwirkung desselben längst aufgehört hat. Auch bei Reihe 3 sind die Halstheile, obwohl nicht behäufelt wurde, durch die anfängliche Entblätterung zu stärkerer Verlängerung veranlaßt worden. Wir erhalten als Durchschnittslänge in Centimetern

bei Reihe	1		2		3	
	Ernte 1	Ernte 2	Ernte 1	Ernte 2	Ernte 1	Ernte 2
für die Halsstücke	3,4	5,5	1,7	2,0	1,5	3,9
für die Rüben ohne Hals	16,4	16,2	10,5	15,2	13,7	15,0

Zwischen beiden Ernten wurde nicht behäufelt. Aus den Messungen ergiebt sich eine Längezunahme von Hals und Rübe, bei letzterer be-

sonders für Reihe 2. — Daß der Minderertrag von Reihe 1 in der zweiten Ernte nicht von Trockenheit des Bodens rührte, eine solche vielmehr sich gerade bei der ersten Ernte hätte bemerkbar machen müssen, ergiebt sich daraus, daß in die Zeit vom 7. Juni bis 25. August nur 10, vom 25. August bis 14. September, also in erheblich kürzerer Zeit, 12 Tage mit Niederschlägen fielen, wohl aber wird diese Vertheilung der Niederschläge gerade der Reihe 2 bis zur zweiten Ernte am meisten Vortheil gewährt haben.

Als Gesammtresultat ergiebt sich für die Kohlrüben dasselbe, wie für die Betarüben, nämlich ein schließlich vermindertes Blattgewicht und eine Verminderung des Gesammtertrags durch das Behäufeln. Ob sich bei Beta die Verminderung der Blattmenge in derselben Weise erklärt, können nur spezielle Versuche entscheiden. Für die Beurtheilung des Einflusses, den die Behäufelung auch auf physikalisch günstigen Böden in nachtheiliger Weise übt, wird durch den Ausfall solcher Versuche Nichts geändert.

III. Schlußbemerkungen zu diesen Untersuchungen.

Indem ich die zusammenhängende Reihe dieser Mittheilungen schließe, kann ich nicht umhin, mit einigen Schlußworten der Tendenz zu gedenken, welche das einigende Band der Untersuchungsmaterien bildet, da die zu Grunde liegenden Ideen zur Zeit sowohl in der wissenschaftlichen wie angewandten Pflanzenphysiologie ziemlich isolirt stehen dürften.

Was zunächst das praktische Gebiet oder, richtiger gesagt, was die Anwendung der den behandelten Erscheinungen zu Grunde liegenden physiologischen Vorgänge auf eine wissenschaftliche Begründung eines Theils der Theorie des Pflanzenbaus, diesen im weitesten Sinne genommen, betrifft, so kann ich mich kurz fassen. Ich glaube nicht, daß ein erheblicher Einwand dagegen gemacht werden kann, wenn ich behaupte, die nämliche Art der Behandlung und physiologischen Analysirung von Fragen aus dem Gebiete des Pflanzenbaus, wie sie in den mitgetheilten Untersuchungen durchgeführt wurde, im Wesentlichen vor Allem in einer genauen Verfolgung der Entwickelungsverhältnisse der einzelnen Organe und ihrer Veränderungen durch den Eingriff eines Kulturverfahrens bestehend, müsse zur Gewinnung klaren Einblicks ganz allgemein an Stelle

der üblichen Form der Feldversuche treten; sie sei geeignet, unseren Gesichtskreis wesentlich zu erweitern und zugleich eine über das Ergebniß einzelner Versuche hinausgehende Kenntniß des Werthes und der Anwendbarkeit verschiedener Verfahrungsweisen der Praxis zu begründen. Soll die gesammte Pflanzenkultur, als die Lehre von den Bedingungen, welche den Pflanzen bei künstlicher Zucht zur Herbeiführung eines in Quantität und Qualität befriedigenden Ertrags geboten werden müssen, angewandte Pflanzenphysiologie sein, so darf sich deren Theorie auch nicht auf wissenschaftliche Begründung der Ernährung und Düngung, der physikalischen Verhältnisse des Bodens u. s. w. beschränken, sie muß auch die Wachsthumsverhältnisse im Detail einer genauen Analyse unterwerfen, welche sich auf den Grundlagen der wissenschaftlichen Pflanzenphysiologie aufbaut. Freilich wohl sind Nahrungszufuhr, klimatische und Bodenverhältnisse und was damit zusammenhängt in der Großkultur der Landwirthschaft in der überwiegenden Zahl von Fällen entscheidend, aber lange nicht überall. Wie wollte man bei solcher Einschränkung, um nur einige Beispiele anzuführen, den Erfolg des Welkenlassens der Saatkartoffeln oder des Behäufelns der Rüben kritisch klar legen und zu einem entscheidenden Urtheil über Werth oder Unwerth gelangen? Macht sich schon in solchen Fällen der landwirthschaftlichen Großkultur das Bedürfniß eines Ausbaus der Theorie des Pflanzenbaus in der angedeuteten Richtung empfindlich bemerkbar, so gilt dies noch viel mehr für die Zweige der Pflanzenhochkultur. Hier kommt es in den meisten Fällen neben Düngung und physikalischen Verhältnissen des Bodens, deren geeignete Qualität hier ohnehin vorausgesetzt ist, gerade auf genaue Kenntniß der Wachsthumsverhältnisse und ihrer Bedingungen an, da hier außerordentlich häufig künstliche, für Qualität und Quantität des Ertrags wesentlich entscheidende Eingriffe gemacht werden. Wir gelangen aber zu solchem Ausbau der Theorie der Pflanzenkultur nur nach einer Methode der Analyse, wie sie in den vorstehenden Versuchen zur Anwendung kam, wenn wir jeden einschlägigen Versuch als ein physiologisches Experiment betrachten, bei dem ja auch ein Einblick in die statthabenden Ursachen genaue Berücksichtigung aller Einzelnheiten voraussetzt.

Das ist der Standpunkt dieser Untersuchungen gegenüber einer auf wissenschaftliche Begründung Anspruch machenden Pflanzenkultur. Was

weiter die Beziehungen derselben zur wissenschaftlichen Pflanzenphysiologie betrifft, so wird Niemand in Abrede stellen können, daß in denselben mancherlei Erfahrungen niedergelegt sind, welche den Zusammenhang der Entwickelungsvorgänge eines Pflanzenkörpers von neuen Seiten beleuchten und geeignet sind, die Aufmerksamkeit der wissenschaftlichen Forschung in fruchtbare Bahnen zu leiten. Die Wissenschaft hat hier Ungeheures zu thun, wenn sie den Erfahrungen der Praxis der Pflanzenkultur nachgehen, dieselben wissenschaftlich begründen will; nach der derzeitigen Sachlage ist sie noch weit davon entfernt, deren Leitstern bilden zu können. Ich meine, daß sich eine eingehende Beschäftigung mit diesen Erfahrungen der Praxis auch deshalb empfiehlt, weil uns hier gar manche Erscheinung entgegentritt, welche davor warnt, den in kurz dauernden und wenig ausgedehnten Laboratoriumsversuchen erhaltenen Resultaten einen zu weit gehenden Werth beizulegen und zur Erklärung der Vorgänge im Pflanzenkörper ohne Weiteres zu verwenden.

Einer der Hauptpunkte, welcher bei so vielen Verfahren der Pflanzenkultur in erster Linie in Betracht kommt, ist die wechselseitige Beeinflussung der Entwickelung der einzelnen Glieder der nämlichen Pflanze, und diese ist auch von Seiten der wissenschaftlichen Forschung in erster Linie klar zu legen. Was hierüber von Seite der Wissenschaft vorgebracht wird, ist zum Theil sehr abenteuerlicher Art und kann meiner Ansicht nach schon deshalb kein besonderes Ansehen beanspruchen, weil es sich nicht auf die Untersuchung der nächstliegenden thatsächlichen Verhältnisse stützen kann. Ich denke, daß man zuerst die in den Pflanzentheilen thätigen Kräfte und hieraus die allenfallsige, nach Umständen sich ändernde Art der gegenseitigen Beeinflussung in ihrer Tragweite kennen zu lernen trachten muß, ehe man auf das Gebiet dunkler Hypothesen übergeht. So z. B. ziehe ich es vor, zur Klarlegung der in den Untersuchungen behandelten Herbeiführung der Vergrünung der Involucralblätter von Helianthus annuus zuerst die vorherigen Beziehungen dieser zu den übrigen Pflanzentheilen, dann die Veränderungen dieser Beziehungen durch das Entblättern heranzuziehen und zu verfolgen, ob nicht schon diese Umstände zur Erklärung völlig ausreichen[1]). Zum anderen Theil

[1]) Ich behaupte aber damit nicht, daß diese Vergrünung in allen Fällen aus der nämlichen Ursache, nämlich übermäßiger Drucksteigerung, folgen müsse, glaube vielmehr, daß es Fälle giebt, in denen selbe davon rührt, daß a priori

benützt man zur Erklärung der Thatsache der gegenseitigen Beeinflussung von Seite der Wissenschaft allgemeine Gesetze des Pflanzenlebens, die eben als im speziellen Fall zutreffend erachtet werden, obwohl diese Erklärungen und zwar aus denselben Gründen wie die eben behandelten nicht im Entferntesten den Anspruch der Wahrheit behaupten können, wenn sie auch oft sehr plausibel und leichter vorstellbar sein mögen, als bei den wirklichen Vorgängen der Fall ist. So ist es seit je zur Erklärung der wechselseitigen Beeinflussung üblich, die Ausgiebigkeit der Ernährung beizuziehen und auf Aenderungen in derselben die Aenderungen der Wachsthumsverhältnisse zurückzuführen. Wenn z. B. eine Achselknospe nach Beseitigung der wachsenden Spitze austreibe, so rühre dies eben von der jetzt verstärkten Ernährung.

Wenn auch Niemand in Abrede stellen wird, daß jedes Wachsthum die nöthigen Stoffe voraussetzt, so folgt doch daraus nicht im Entferntesten, daß Unterbleiben des Wachsthums ohne Weiteres auf einen Mangel an Wachsthumsmaterial schließen läßt, wir finden vielmehr sehr häufig, daß die Neigung zum Wachsthum das Ursprüngliche, die Zufuhr von Wachsthumsstoffen die Folge hievon ist. Wenn das hypocotyle Glied einer dicotylen Keimpflanze im Dunkeln energisch wächst, während die Cotylen klein bleiben, soll sich dies dadurch erklären lassen, daß ersteres Organ alles Wachsthumsmaterial an sich zieht, wodurch den Cotylen Nichts bleibt, während doch, bei endospermfreien Samen, in den Zellen der Cotylen Wachsthumsstoffe genug abgelagert sind[1]). Wenn, nach 1 dieser Untersuchungen, die Cotylen einer Reihe von Pflanzen immer noch fortwachsen, wenn man die hervorkommenden Laubblätter beseitigt, anderenfalls nicht, soll dies auf Entziehung von Wachsthumsmaterial beruhen, welches die selbst noch wachsthumsfähigen Cotylen selbst auf dem Wege der Assimilation bereiten? Oder wie soll es auf dem Wege mangelnder Ernährung erklärt werden, wenn, nach 4 dieser Untersuchungen, bei bis zu zwei Drittel ihrer Länge in Wasser stehenden Knollen gewisser Kartoffelsorten die über dem Wasser befindlichen so sehr erregbaren Gipfelknospen kaum ein stärkeres Wachsthum zeigen, als wenn das Auskeimen

---

die Anlagen der Brakteen die Neigung einer größeren Wachsthumsfähigkeit besitzen.

[1]) Vergl. *C. Kraus*, Ueber einige Beziehungen des Lichts zur Form- und Stoffbildung der Pflanzen. Diese Zeitschrift Bd. II. pag. 171.

an in der trockenen Luft liegenden Knollen stattgefunden hätte? Hier ist doch für Wachsthumsmaterial aus der Mutterknolle in Fülle gesorgt, es fehlt auch nicht an Wasser und doch ist kräftiges Wachsthum unmöglich, während dies im Dunkeln unter gleichen Bedingungen ausgiebigst stattfindet! Diese und andere Fälle machen entweder die Anwendbarkeit der Ernährungshypothese ganz unwahrscheinlich oder sprechen direkt dagegen, sie deuten vielmehr darauf hin, daß die verschiedenen Glieder der nämlichen Pflanze noch in anderweitigem Zusammenhange stehen.

Welcher Art dieser nach den Versuchen wahrscheinliche anderweitige Zusammenhang ist, läßt sich natürlich nur durch Untersuchung der einschlägigen Fähigkeiten erweisen; ich habe von vorneherein aus allgemeinen Gründen behauptet, von den einzelnen Zellen würde ein Druck erzeugt und hiedurch vor Allem würden die Erscheinungen der gegenseitigen Beeinflussung herbeigeführt und regulirt. Freilich konnte man dieser Erklärung damals, als ich diese Untersuchungen begann, den Vorwurf einer durch Thatsächliches höchst unbefriedigend gestützten Hypothese machen, da der Stand unserer Kenntnisse hierüber damals in der That ein außerordentlich geringer war. Ich setzte es mir zur Aufgabe, diese Lücke auszufüllen, dies unbekannte Gebiet in Angriff zu nehmen und zu verfolgen, erstens welche für den vorliegenden Fall wichtigen Kräfte in den verschiedenen Gliedern eines Pflanzenkörpers zur Geltung kommen, zweitens wie sich die auf dem Wege des Versuchs zu ermittelnden Fähigkeiten der verschiedenen Pflanzenglieder im normalen Zusammenhange derselben, sowie natürlich auch bei künstlichen Eingriffen äußern.

Die seit mehreren Jahren fortgesetzten, sich auf ca. 100 Spezies beziehenden Untersuchungen haben ergeben, daß es eine allgemein verbreitete Eigenthümlichkeit der Organe ist, bei genügender Wasserzufuhr auf der Schnittfläche (oder auch anderswo) Saft hervorzutreiben, also Druckkraft zu erzeugen, daß sich hiebei auch Gewebe betheiligen, von deren Thätigkeit man früher keine Ahnung hatte, z. B. das Mark, daß sich die einzelnen Gewebeformen je nach Alter und spezifischer Beschaffenheit insoferne abweichend verhalten, als in den Elementen gewisser Organe eine genügend hohe Saftspannung besteht, daß auf Schnittflächen sofort reichliche Saftausscheidung eintreten kann etc. Bezüglich der Einzelnheiten möge auf die einschlägigen Publikationen verwiesen[1]) und hier nur betont

[1]) *C. Kraus*, Untersuchungen über den Säftedruck der Pflanzen. Erste Ab-

sein, daß sich aus diesen Untersuchungen eine direkte Beeinflussung insoferne ergiebt, als die einzelnen Glieder oder gewisse Regionen derselben Saft auspressen und hiedurch den Druck in anderen Gliedern, mit all seinen Folgen für das Wachsthum dieser, erhöhen. Da der ausgepreßte Saft nicht reines Wasser ist, sondern organische Stoffe enthält, so wird gleichzeitig auch Wachsthumsmaterial fortbewegt und je nach Gewebeform, Altersregion etc. fällt Steigerung der Ernährung und des Drucks mehr oder weniger zusammen. Selbstverständlich steht aber der Effect solcher Beeinflussung, wie schon wiederholt betont, unter der Herrschaft der primären inneren Wachsthumsursachen.

Wenn auch eine bis ins Detail gehende Darlegung der Anwendung der bisher in der bezeichneten Richtung ermittelten Thatsachen zur Zeit noch unthunlich ist, so will ich solche doch beispielsweise für einige Fälle in großen Zügen andeuten.

Es ist bekannt, daß die Laubblätter dicotyler Pflanzen im Dunkeln vielfach sehr lang werden, während das Breitenwachsthum der Spreite beeinträchtigt ist. So ist dies auch z. B. der Fall bei den Blättern der Wasserrüben. Für diese habe ich nachgewiesen[1]), daß in Phloëm, Cambium und dünnwandigen Holzzellen eine sehr hohe Saftspannung besteht, welche sich auf Querschnitten in sofortiger Entleerung reichlicher Saftmengen äußert. Es gilt dies sowohl für die Gefäßbündel des Blattstiels wie der Verzweigungen der Nerven. Ist nun schon auf diesem Wege eine Communikation von Stiel und Spreite hergestellt, so wurde noch überdies gezeigt, daß auch das Grundparenchym sehr ausgiebige Blutung auf Querschnitten äußert. Starkes Wachsthum des (zuerst wachsenden) Stiels ist gleichbedeutend mit Druckableitung von der Spreite, umgekehrt muß Verzögerung des Stiels im Lichte die von diesem in Bewegung gesetzte Saftmenge in die Adern der Spreite treiben und deren Wachsthum befördern, besonders da die Aeste ihres weitverzweigten Adernetzes wie Balken gegeneinander drückend einen großen Einfluß auf das Mesophyll üben müssen.

Nach 1 dieser Untersuchungen konnte das Wachsthum der Cotylen

---

handlung. Flora 1881. Ref. in Bd. IV. pag. 252 dieser Zeitschrift. — Eine kurze Uebersicht der späteren Untersuchungen habe ich auf der Naturforscherversammlung in Salzburg gegeben.

[1]) Flora l. c. pag. 56.

dicotyler Keimlinge durch Auszwicken der Laubblätter ungewöhnlich gesteigert werden. In der ganzen Pflanze besteht große Saftspannung, deren Fortpflanzung sich am meisten in jenen Gewebeformen ausdrücken wird, welche auf frischen Schnittflächen viel Saft entweichen lassen. Wenn die Laubblätter zu wachsen beginnen, wird gewiß Gelegenheit zur Verminderung von Druck in den übrigen Theilen der Pflanze gegeben sein, es wird sich viel von den übrigen Theilen ausgepreßter Saft zu ihnen bewegen, welche zufolge ihrer großen Wachsthumsfähigkeit als Ort des geringsten Widerstandes erscheinen. Während die übrigen Theile bei verminderter Saftspannung im Wachsthum nachlassen, werden die Laubblätter um so stärker wachsen. Wir wissen ja, welch großer Werth der Dehnung der Membranen für das Wachsthum zukommt und ähnlich wird auch Dehnung wirken, welche z. B. durch den Zug der saftgespannten Gefäßbündel oder gewisser Elemente derselben hervorgerufen wird. Offenbar können diese Laubblätter stärker wachsen, als wenn sie auf sich allein angewiesen wären. Werden sie nun abgeschnitten, so könnten die Verhältnisse unverändert bleiben, wenn aus den Wundflächen entsprechend ausgiebig Saft strömte. Das ist aber nicht der Fall, weil die Wunde rasch zusammenschrumpft, daher muß sich die ganze Säftemasse und von ihr ausgeübter Druck und Spannung auf die noch restirenden Theile der Pflanze concentriren, hier das Wachsthum fördern, wo es noch zu fördern ist. Der Erfolg zeigt, daß dies bei den Cotylen der Fall ist (die Wurzeln blieben allerdings unberücksichtigt), welche ohne diese ungewöhnlich verlängerte Drucksteigerung nicht mehr gewachsen wären.

Diese wenigen Erläuterungen[1]) mögen genügen, zu zeigen, daß die

---

[1]) Im Anschluß hieran will ich daran erinnern, daß auch im Thierkörper, wenn auch in den einzelnen Vorgängen etwas Abweichendes, so doch im Princip Aehnliches vorkommt. Sehr frappante Beispiele finden sich in der **Pathologie des Blutkreislaufs**, worüber ich *Uhle* und *Wagner*'s Handbuch der allgemeinen Pathologie folgendes entnehme: Es giebt verschiedene Arten von Hyperämien, darunter eine collaterale oder compensatorische, welche eintritt, wenn das Blut in Folge eines Hindernisses auf seiner Bahn z. B. bei Unterbindung andere benachbarte oder entfernte Bahnen aufsucht. Ein hyperämisches Organ vermehrt seinen Umfang und sein Gewicht, die Gefäße sind erweitert, meist auch verlängert und deshalb abnorm geschlängelt. Unter den Ursachen einer aktiven Hyperämie, d. h. einer solchen, bei der die Erweiterung der Gefäße das sekundäre ist, wird angeführt compensatorische Steigerung des collateralen Seitendrucks durch das Auftreten von Hindernissen im Blutstrom (collaterale Hyperämie). Z. B. nach

zur Erklärung der in den Versuchen mitgetheilten Beobachtungen benutzten Anschauungen keineswegs leere Hypothesen sind, sondern auf durch viele Versuche nachgewiesenen Fähigkeiten der zu einem Ganzen zusammentretenden Glieder einer Pflanze beruhen.

Unterbindung einer Arterie dehnen sich benachbarte kleine Seitenäste aus, durch welche das Blut mit stärkerem Druck und größerer Geschwindigkeit strömt, kleine Arterien zeigen Pulsation und bei Verletzung starke Blutung. Die Folgen solcher Hyperämien sind Temperatursteigerung, Anschwellung, gesteigerte Ernährung, letzteres führt je nach den Organen zur Vergrößerung der Leistungen oder Vermehrung von Sekreten oder zu Hypertrophien und Neubildungen. Die Gefäßwände selbst werden durch den vermehrten Druck weiter, poröser und durchlässiger für Serum und Plasma. Anfangs strömt das Blut rascher, später langsamer in Folge Vergrößerung des Strombetts. Tritt z. B. nach umfangreichen Hautverbrennungen Erweiterung der Hautgefäße, dadurch abnorme Blutfülle und durch diese Erweiterung des Strombetts Herabsetzung des Blutdrucks ein, so ist Herzlähmung die Folge. Der günstige Verlauf einer Verstopfung der Gefäße für das betreffende Glied hängt wesentlich ab von der Herstellung genügenden collateralen Blutkreislaufs u. s. w. — Man bedarf keiner besonderen Vorstellung, um in diesen und anderen Fällen aus der thierischen Pathologie an Verhältnisse bei den Pflanzen erinnert zu werden, und ich stehe auch nicht an, auf Grund meiner Untersuchungen über die Saftthätigkeit der einzelnen Organe und der sie aufbauenden Gewebe, bei den Pflanzen ähnliche, wenn auch meist viel weniger ausgeprägte Beziehungen der Organe zu behaupten.

Neue Litteratur.

Charles Darwin (assisted by ***Francis Darwin***). **The Power of Movement in Plants.** 8. 592 pp. Mit zahlreichen Holzschnitten. London (Murray) 1880.

Charles Darwin (mit Unterstützung von ***Francis Darwin***). **Das Bewegungsvermögen der Pflanzen.** 506 pp. Aus dem Engl. übersetzt von *J. Victor Carus.* Mit 196 Holzschnitten. Stuttgart (E. Schweizerbart) 1881.

Wir berichten hier über ein Werk, welches eine große Fülle experimenteller Untersuchungen enthält und geeignet ist, in hohem Maße anregend zu wirken, wenn man auch hervorzuheben genöthigt ist, daß die den Versuchsergebnissen beigefügten Erklärungen und Erläuterungen, sowie die biologischen Erörterungen zwar außerordentlich geistreich sind, aber keineswegs eine exacte, mechanische Richtung der Klarlegung physiologischer Vorgänge befördern, sondern eher zu hemmen geeignet sind.

Der Grundgedanke, der sich durch das ganze Werk hindurchzieht, besteht in dem Bestreben, mehrere große Gruppen von Bewegungserscheinungen bei Pflanzen auf eine gemeinsame Grundlage, auf eine einheitliche Urbewegung zurückzuführen. Als solche Urbewegung bezeichnet *Darwin* die Erscheinung, daß das freie Ende wachsender Organe eine andauernde Bewegung zeigt, welche in einem Kreise oder einer Ellipse oder anderen Figuren vor sich geht oder richtiger, da währenddessen der betreffende Pflanzentheil auch in die Länge wächst, eine unregelmäßige Schraubenlinie beschreibt. Man kennt solche Bewegungen längst bei den Stengeln von Schlingpflanzen unter dem Namen der rotirenden oder revolutiven Nutation (vergl. *Sachs*, Lehrb. 4. Aufl. p. 827); sie beruht darauf, daß eine in Form einer Schraubenlinie ansteigende Linie oder Kante des Stengels bevorzugt wächst und deshalb convex wird. *Darwin* behauptet nun auf Grund seiner Versuche, daß diese Form der Nutation bei wachsenden Pflanzentheilen allgemein verbreitet sei, wenn sie auch oft nur in geringem Maße stattfinde und nur bei Vergrößerung und genauer Verfolgung der Stellungsänderung der Spitzen zu erkennen sei, und nicht allein dies, sondern nach *Darwin* ist diese Urbewegung, welcher er den Namen Circumnutation giebt, auch die Grundlage der Fähigkeit der Pflanzen zu suchen, die verschiedensten, ihren Bedürfnissen entsprechenden Bewegungen auszuführen, indem sich diese Bewegung je nach Umständen entsprechend modifizirt: die Bewegungen der Schlingpflanzen, Epinastie und Hyponastie, Nachtstellung der Blätter, heliotropische und geotropische Krümmungen u. s. w. entstünden durch Modifikation der Circumnutation. Es mögen auch in Kürze die wichtigsten Gesichtspunkte der zum Nachweis der Circumnutation eingeschlagenen Methode angeführt sein.

Die Versuchspflanzen befanden sich in einem Raume, der durch eine horizontale, über den Pflanzen befindliche, dann durch eine vertikale Glasplatte abgegrenzt war. An den zu beobachtenden Theilen befanden sich als Zeiger feine

Glasfäden mit winzigen Siegellackknöpfchen, deren Stellung unter Zuhülfenahme fixer Punkte in ihrer Nähe auf den Glasplatten durch Punkte angemerkt wurde. Wenn diese Punkte nachher durch Linien verbunden wurden, erhielt man winkelige Figuren, deren eine große Zahl abgebildet ist. *Wiesner* nennt diese und ähnliche Methoden, die Bewegung wachsender Pflanzentheile graphisch darzustellen, Diagramm-Methoden. Nach *Darwin* entsprechen diese Diagramme den Figuren, welche entstehen würden, wenn die Spitzen selbst ihre Bewegung, nur vergrößert, auf den Glasplatten verzeichnet hätten.

Mit Hülfe dieser Methode erhielt *Darwin* bei Keimpflanzen Figuren, welche auf Circumnutation der Wurzeln, Hypocotyle[1]) und Cotylen deuten. Ist diese Bewegung auch bei Wurzeln im Boden selbst durch die Erde verhindert, so wird sie doch bei obenaufliegenden Samen das Einbohren der Wurzeln erleichtern, es auch denselben möglich machen, Löcher, Spalten u. dergl. zum Eindringen aufzufinden. Die Hypo- und Epicotyle circumnutiren vor dem Hervorbrechen aus dem Boden, während desselben und nach demselben. Die in verschiedener Hinsicht für die zarten Stengelchen vortheilhafte hakenförmige Krümmung, mit der Hypo- resp. Epicotyle dikotyler Sämlinge meist erscheinen, sei das Resultat modifizirter Circumnutation, unter gesteigertem Wachsthum der Oberseite. Die Circumnutationen des Hakens vor dem Durchbrechen der Erde müssen in feuchten, weichen Böden das Hervorbrechen befördern. Die Spitzen der gerade gewordenen Stengel setzen weiter die Circumnutation unter Beschreibung oft sehr complizirter Figuren fort. Die Circumnutation der Cotylen zeigt sich in beständigem Auf- und Abwärtsbewegen, meist einmal, bisweilen öfter innerhalb 24 Stunden. Aber die Bewegung geschieht nicht genau in der Vertikalen, sondern die Spitzen beschreiben schmale Ellipsen, mit meist vertikaler großer Axe. Besonders deutlich zeigt sich Circumnutation in den vertikalen Cotylen der Gramineen, denen von Pinus pinaster u. s. w. Meist tritt Abends Hebung, selten Senkung ein. Im Dunkeln setzt sich die Circumnutation der Cotylen fort, aber die normale Anordnung der Bewegungen in Bezug auf den Wechsel von Tag und Nacht wird gestört oder geht ganz verloren. — Aber auch ältere Pflanzen zeigen Circumnutation: so die Stengel einer ganzen Reihe von Pflanzen, auch Blüthenstiele und Ausläufer, ferner ist sie bei Blättern eine ganz gewöhnliche Erscheinung und über das ganze Gewächsreich verbreitet.

Was die durch Modifikation der Circumnutation d. h. durch Vergrößerung der letzteren Urbewegung in einer bestimmten Richtung entstehenden Bewegungsformen betrifft, so wird unterschieden eine Modifikation aus angebornen und aus äußeren Ursachen. Zur ersteren Abtheilung wird die revolutive Nutation der Schlingpflanzen, dann die Epi- und Hyponastie gerechnet, zur letzteren die Schlafbewegung der Blätter, die heliotropischen und geotropischen Krümmungen. Schlafbewegungen finden sich bei Cotylen[2]) und Laubblättern, wie im Einzelnen und eingehend beschrieben wird. Als Nutzen dieser Bewegungen führt *Darwin*

---

[1]) *Darwin* verwendet als abgekürzte Bezeichnung für epi- und hypocotyles Glied die Ausdrücke „der Epicotyl, der Hypocotyl". Diese empfehlen sich durch ihre Kürze und wurden auch bereits von *Wiesner* (s. das folg. Ref.) acceptirt.

[2]) Notizen über die Schlafbewegung von Cotylen siehe auch in der Abhdlg. des Ref. diese Zeitschrift Bd. III. pag. 28, 29.

an, daß sich die Blätter so stellen, daß sie sich durch Strahlung möglichst wenig abkühlen. Es sei ihnen schädlich, wenn sie verhindert werden, die normale Nachtstellung einzunehmen. Bei den heliotropischen Krümmungen bestehe die Modifikation der Circumnutation darin, daß die allseitige Krümmung bei einseitiger Beleuchtung in der Einfallsebene des Lichts zu einer einseitig überwiegenden werde; es brauche nur eine bereits bestehende Bewegung in einer bestimmten Richtung (hier der Einfallsebene des Lichts) vergrößert zu werden. Aehnliches wird auch für geotropische Krümmungen ausgesprochen. Erwähnt mag sein, daß *Darwin* den *Frank*'schen Transversalheliotropismus und -Geotropismus wieder aufgreift und unter dem Namen Diaheliotropismus resp. Diageotropismus die oft bestrittene Existenz desselben behauptet.

Den interessantesten und gewiß auch, nach den seit dem Erscheinen des Werks geschehenen Popularisirungen seines Inhalts zu schließen, für den Laien oder überhaupt den nicht speziell mit Pflanzenphysiologie Beschäftigten bestechendsten Theil bildet der Abschnitt von der Modifikation der Circumnutation der Wurzeln durch einseitige Berührung oder anderweitige Reizung der Spitzen. Die Wurzelspitze ist nach *Darwin* gegen Berührung und andere Reize empfindlich und zwar so, daß sich der Reiz von ihr auf ältere Regionen überträgt und in diesen eine Krümmung auslöst. Wurden an frei wachsenden Wurzeln kleine Stückchen steifen Papiers oder sehr dünnes Glas u. s. w. seitlich an der konischen Spitze befestigt, oder wurde eine feine Scheibe auf einer Seite der Spitze weggeschnitten oder mit Höllenstein betupft, so krümmten sich die Wurzeln in einer (morphologisch) unteren Region auf eine Länge von 6—12 mm nach der nichtbehandelten Seite. Die empfindliche Stelle der Spitze beschränkt sich auf 1—1,5 mm. Wird sie gereizt, so vollzieht sich die Krümmung in der stärkstwachsenden Stelle innerhalb 6—8, fast immer innerhalb 24 Stunden. Nach einiger Zeit gewöhnt sich die Wurzel an den Reiz der aufgeklebten Objekte und wächst in der gewöhnlichen Weise abwärts. *Darwin* erörtert, daß diese Empfindlichkeit der Spitze den Wurzeln bei ihrem Wachsthum im Boden insoferne vortheilhaft sein wird, als sie hiedurch von härteren Gegenständen abgelenkt und zum Wachsthum in der Richtung des geringsten Widerstands veranlaßt werden. Nach den Versuchen vermögen die Spitzen selbst zwischen härter und weicher zu unterscheiden. Es ist aber außerdem nach *Darwin* die Wurzelspitze allein gegen die Gravitation empfindlich und erst von ihr aus überträgt sich diese Wirkung auf die unteren, wachsenden Regionen, von denen alsdann die Krümmung ausgeführt wird. Horizontal gestellte, der Spitze beraubte Wurzeln krümmen sich nicht mehr abwärts; erst einige Tage später, wenn sich die Spitze ersetzt hat, tritt dies ein. Die Zerstörung einer Länge von 1—1,5 mm reichte bei der Mehrzahl der Pflanzen aus zur Verhinderung einer Krümmung. Hat die wachsende Region durch vorgängige Horizontalstellung bereits einen Einfluß von der Spitze her empfangen, so kann auch Beseitigung der Spitze die Krümmung nicht mehr verhindern. Wie *Darwin* überhaupt aus seinen Versuchen Parallelen zwischen Pflanzen und Thieren zu schöpfen und zu begründen strebt, so gilt dies insbesonders für die Wurzeln, deren Spitze nach *Darwin* den Reiz des Drucks empfindet, zwischen härteren und weicheren Gegenständen unterscheidet, Feuchtigkeitsdifferenzen wahrnimmt, Licht und Schwerkraft

empfindet, und diese Eindrücke auf die tieferen Theile übertragend hier Bewegungen auslöst. In der Spitze sei das Centrum für alle diese durch äußere Einflüsse bewirkten Bewegungen und man könne ohne Uebertreibung sagen, daß die Spitze der Wurzel fungire wie das Gehirn eines niederen Thiers; das Gehirn befinde sich am vorderen Ende des Körpers, es empfange die Eindrücke von den Sinnesorganen her und leite die verschiedenen Bewegungen[1]). — Wie für die Schwerkraft, wird auch für das Licht eine Uebertragung der Lichtwirkung behauptet. Bei Versuchen mit den Cotylen von Phalaris canariensis und Avena sativa krümmte sich bei Einwirkung seitlichen Lichts zuerst der oberste Theil, von da aus gegen die Basis fortschreitend. Wird das Licht vom oberen Theil der Cotylen ferngehalten, so unterbleibt trotz einseitiger Beleuchtung die Krümmung des unteren Theils: die Spitze nimmt den Lichtreiz auf, überträgt ihn auf die unteren Parthien und veranlaßt hier Krümmung. Auch bei jungen Keimlingen von Kohl bestimmt Beleuchtung der oberen Hälfte des Hypocotyls die heliotropische Krümmung der unteren Hälfte u. s. w. Die Nützlichkeit dieses Verhaltens bestehe darin, daß die Pflanzen den kürzesten Weg zum Lichte finden. Demnach finde auch bezüglich des Lichts, ähnlich wie bei den Thieren. eine Lokalisirung des Empfindungsvermögens und Uebertragung des Reizes auf andere, durch diesen Reiz zur Bewegung veranlaßte Theile statt. *C. K.*

***J. Wiesner*. Das Bewegungsvermögen der Pflanzen.** Eine kritische Studie über das gleichnamige Werk von *Ch. Darwin* nebst neuen Untersuchungen. Mit 3 Holzschnitten. Wien 1881 bei *Alfred Hölder*. 212 S.

Bei der großen Zahl neuer Gesichtspunkte und frappirender Thatsachen und Auslegungen, welche in dem eben besprochenen Werke *Darwin*'s enthalten sind und bei dem großen Aufsehen, welches dieses Werk in weiten Kreisen erregt hat, mußte es als dankenswerthe Aufgabe erscheinen, sowohl die experimentellen Ergebnisse an sich als auch deren Tragweite einer sachgemäßen Kritik zu unterwerfen. Verf. vorliegender Schrift hat sich großes Verdienst erworben, indem er die Darlegungen *Darwin*'s einer durch eigene Versuche gestützten eingehenden Kritik unterzog. Wir werden sehen, daß gerade die merkwürdigsten Facta bei sich an das Nächste haltender Betrachtung in einem ganz anderen, mit dem bisherigen Stande der physiologischen Wissenschaft in innigem Einklang stehenden Lichte erscheinen. Mit Rücksicht auf den weiteren Leserkreis, in welchem das Werk *Darwin*'s bekannt geworden ist, wurde der Plan der Schrift derart ausgedehnt, daß auch Nichtphysiologen die objective Auffassung der betreffenden Vorgänge ermöglicht sein sollte. In Folge dessen mußten dem Buche verschiedene Ausführungen einverleibt werden, welche dem Physiologen aus dem allgemeinen Bestande seiner Wissenschaft geläufig sind. Es mag gleich hier bemerkt sein, daß auch Verf. den Gehalt des *Darwin*'schen Werks an originellen, fruchtbringenden und anregenden Ideen und Beobachtungen anerkennt und dem Werke das Zeugniß giebt, was für ein wissenschaftliches Werk das Beste ist: daß der Verf.

[1]) Bei den Stengeln, mit welchen Ref. operirte (Botanisches Centralblatt Bd. VII. Nr. 3), muß das „Gehirn" anderswo gewesen sein als in der Spitze, da erstens dieselben erst nach Abkappen der Spitze auf die Schwerkraft reagirten, zweitens erst dann die für ihre Existenz günstigste Krümmung zum Lichte annahmen, nachdem ihre Spitze bei fortgesetztem Wachsthum vom Lichte verkümmert war.

es erreicht und verstanden hat, durch Beobachtungen und Ideen zu neuen Forschungen lebendige Impulse zu geben.

Es dürfte am Besten sein, die Kritik in derselben Reihenfolge zu besprechen, welche im vorausgehenden Referate über *Darwin*'s Werk eingehalten wurde.

Was zunächst die dort an die Spitze gestellte Grundidee von der Circumnutation als Urbewegung betrifft, so zeigt Verf., daß dieselbe nicht die von *Darwin* behauptete allgemeine Vorbereitung besitzt. Schon die von *Darwin* angewandte Methode ist unsicher, weil sie einerseits keine genaueren Resultate geben kann, andererseits mit einigen groben Fehlern behaftet ist, welche zu ganz irrthümlichen Vorstellungen über die Bewegung der Pflanzentheile führen kann. So z. B. zeigt diese Methode das gerade Wachsthum nicht als solches an, und wenn sich etwa die Spitze der Pflanze nach aufwärts und vorne bewegt hat, so giebt das Diagramm, als Zeichnung einer schiefen Projektion, an, die Spitze sei zuerst nach rückwärts und dann nach vorne gegangen. Jedenfalls ist dieser Fehler der Methode ein Hauptgrund, weshalb *Darwin* kein völlig gerade aufwärts sich bewegender (wachsender) Pflanzentheil vorgekommen ist und er zu dem Ausspruch verleitet wurde, daß alle wachsenden Theile circumnutiren. Die vom Verf. angewandte Diagrammmethode gestattete jeden Punkt genau zu zeichnen und die wahre Richtung des sich bewegenden Pflanzentheils zu bestimmen. Indessen fand diese Methode nur für derbere Organe Anwendung, für zartere wurde, zur Vermeidung aller Störungen, unter dem Mikroskop beobachtet. — Die zur speziellen Prüfung angestellten Untersuchungen erstreckten sich: ***a. auf Wurzeln.*** Nach *Darwin* wischen Wurzeln, welche auf der Oberfläche einer zum Horizont geneigten, mit einer Rußschicht überzogenen Glasplatte hinabwachsen, nicht in gerader, der Hauptwachsthumsrichtung entsprechender Richtung den Ruß ab, sondern sie erzeugen wellige Zeichnungen auf dem Ruß oder es entstehen Unterbrechungen im Abwischen, wenn sich nämlich die Spitze von der Platte abgehoben hat, woraus auf Circumnutation der Wurzeln geschlossen wird. Nach Verf. findet aber ganz gerades Wachsthum statt, wenn die Platte mit Bärlappsamen (Sporen) in dünner Schicht bestreut wird, und das Verhalten auf der Rußschichte erklärt sich aus einer durch den Ruß bewirkten Beschädigung der überaus empfindlichen Wurzelspitze, in Folge deren die *Darwin*'sche Krümmung (Näheres hierüber unten) eintritt. Wenn wirklich die Wurzeln circumnutirten, so müßte dies in Schwingungen von nicht direkt, sondern nur mikroskopisch erkennbarer Kleinheit geschehen. Aber alle Versuche führten zu folgenden Schlüssen: 1. Vertikal nach abwärts gerichtete Wurzeln wachsen unter günstigen Vegetationsbedingungen häufig durch lange Strecken vollkommen gerade. 2. Solche Wurzeln weichen aber durch kürzere oder längere Zeit während dieses Wachsthums von der vertikalen Richtung ab, wobei sie hin- und herschwingen. Der Ausschlag nach der Seite vollzieht sich wohl nicht genau in einer Ebene, und beträgt, wenn die von der Wurzelspitze zurückgelegte Weglänge in's Auge gefaßt wird, nur sehr kleine, durch das freie Auge kaum wahrnehmbare Strecken. Aber auch derbe Wurzeln machen, nach den mittelst der Lupe gewonnenen Resultaten und nach den Spuren zu urtheilen, welche sie in einer zarten, auf einer Glasplatte befindlichen Bärlappschichte hinterlassen, nur ganz unmerkliche seitliche Bewegungen. 3. Wenn man auf die Orientirung der zum Versuche benutzten, vertikal aufgestellten Wurzeln

nicht Rücksicht nimmt, so findet man gewöhnlich, daß die Wurzelspitze nach einer Seite hin stärker als nach der anderen schwingt. Stellt man aber die Wurzeln so auf, daß die Nutationsebene dem Gesichtsfeld parallel läuft, so tritt dies meist mit größter Schärfe hervor, und man beobachtet nicht selten, daß die Wurzelspitze aus der Vertikalen nach einer Seite hin sich bewegt, dann in die vertikale Lage zurückkehrt, worauf sich das Spiel noch mehrmals wiederholen kann. Aus diesem Verhalten, ferner aus dem zeitweilig völlig geraden Wuchs der Wurzeln läßt sich mit großer Wahrscheinlichkeit abnehmen, daß die sog. Circumnutation der Wurzeln eine combinirte Bewegung ist, einerseits durch spontane Nutation, andererseits durch Geotropismus hervorgerufen, die abwechselnd das Uebergewicht gewinnen oder sich gegenseitig völlig aufheben. Doch spielen bei den von *Darwin* beobachteten Bewegungen der Wurzeln noch andere Momente mit, nämlich in dem nicht vollkommen gleichen Bau der Wurzeln begründete Störungen und wahrscheinlich auch Zugwachsthum. 4. Es ist die unterhalb der Spitze gelegene, am stärksten wachsende Partie der Wurzel, von welcher deren schwingende Bewegungen ausgehen. — ***b. Versuche mit Stengeln*** ebenfalls nach der Diagramm-Methode und nach direkter mikroskopischer Beobachtung. Diese Versuche ergaben: 1. Es giebt Stengel, deren Vegetationsspitze bei Ausschluß des Lichts und bei aufrechter Stellung gerade aufsteigt. Das Emporwachsen geschieht aber begreiflicherweise nicht mit mathematischer Genauigkeit. Es zeigt sich häufig ein unregelmäßiges Hin- und Herschwanken im Raum. Die nach den Seiten erfolgenden Bewegungen sind aber ganz klein und betragen gewöhnlich nur einige Hundertel- bis Zehntelmillimeter. Will man diese Bewegungen als Circumnutation bezeichnen, dann beruht dieselbe hier nur auf Störungen des geraden Wuchses, hervorgerufen durch kleine Unregelmäßigkeiten im anatomischen Bau der Organe, welche bald diese, bald jene Seite im Längenwachsthum begünstigen. 2. Die Stengel mit undulirender Nutation[1]) zeigen außer der aufsteigenden noch andere Bewegungen. Bei Ausschluß des Lichts erfolgt diese Bewegung entweder in einer Vertikalebene (Nutationsebene) und dann in dieser entweder nur in einem Sinne, oder schwingend hin und her; oder aber dieses Schwingen in der Nutationsebene wird durch seitliche Störungen mehr oder weniger verdeckt. Es zeigt sich hier ein allmählicher Uebergang von der undulirenden zur revolutiven Nutation. Hin- und hergehende Bewegungen kommen auch bei solchen Stengelenden vor, welche unterbrochene Nutation[2]) zu erkennen geben. 3. Läßt man auf Stengel mit gerade emporsteigender Spitze Licht oder Schwerkraft einseitig einwirken, so streben sie, abgesehen von den fast nie fehlenden Störungen, gerade dem Lichte

[1]) Ueber undulirende Nutation vergl. *Wiesner*, diese Zeitschrift Bd. I. pag. 469. — *Wiesner* hat mit diesem Namen eine bei fast allen Keimstengeln und zahlreichen Laubstengeln vorkommende Nutationsform bezeichnet, welche sich in einer S-förmigen Krümmung des betreffenden Organs äußert und darauf beruht, daß das obere Ende eines wachsenden Stengels an der einen Seite, eine tiefer liegende Parthie an der entgegengesetzten Seite stärker wächst, während sich zwischen diesen Regionen eine indifferente, ringsum gleich wachsende Zone befindet.

[2]) Als unterbrochene Nutation bezeichnet *Wiesner* den zickzackförmigen Bau vieler Stengel, in Folge dessen jedes Internodium eine andere Lage gegen die Axe der Pflanze einnimmt.

zu oder erheben sich gerade. Macht man aber derartige Versuche mit Pflanzen, deren Stengel in undulirender Nutation begriffen sind, so sieht man, wie die spontanen und paratonischen Bewegungen einander entgegenarbeiten. Es kommt dann entweder fortwährend zu hin- und hergehenden Bewegungen, oder es stellen sich zeitweilig oder von einem bestimmten Zeitpunkte an Bewegungsrichtungen ein, welche sich als Resultirende der den einzelnen Ursachen entsprechenden Bewegungen zu erkennen geben. Ein schief aufgestellter, einseitig beleuchteter, undulirend nutirender Pflanzentheil bewegt sich in drei im Raume gelegenen Richtungen. Stellt man einen solchen Pflanzentheil so auf, daß Licht, Schwere und spontane Nutation in eine Ebene zu liegen kommen, so bewegt sich der Pflanzentheil, abgesehen von den Störungen, in dieser Ebene. — Bei undulirend nutirenden Stengeln ist es fast unmöglich, zu entscheiden, in welchem Theile des Organs die Bewegung selbst eines bestimmten Punkts zu Stande kommt, und es ist eine Täuschung, wenn man die Bewegung, die man z. B. durch die Diagramm-Methode bekommt, als an Ort und Stelle hervorgerufen ansieht. Stengel mit ausgesprochen undulirender Nutation wachsen im oberen Theil der hinteren und im unteren Theil der vorderen Seite verstärkt, welche beiderlei entgegengesetzte Bewegungen auf einen Punkt einwirken und ihn öfter so verschieben, daß er durch die tiefere Region nach hinten bewegt wird, durch jene, in der er sich befindet, nach vorne. — ***c. Versuche mit Blättern.*** Diese ergeben: 1. daß es Blätter giebt, welche, an senkrechten Stengeln stehend, bei Ausschluß von Licht vollkommen gerade weiter wachsen; 2. daß sehr viele Blätter in Folge von Ungleichheiten im Längenwachsthum kleine hin- und hergehende Bewegungen zeigen, welche identisch sind mit den bereits bei den Stengeln angeführten Wachsthumsstörungen. 3. Die Hauptbewegung der Blätter erfolgt in einer durch den Mediannerv gehenden Vertikalebene. Stehen die Blätter schief, so stellen sich sehr starke Abweichungen von der Vertikalbewegung ein. Noch deutlicher treten die hin- und hergehenden Bewegungen dann ein, wenn das Licht die Richtung der Lothlinie und die Mediane des Blattes kreuzt. — ***d. Versuche mit Pilzen,*** dem einzelligen Pilobolus und Mucor racemosus. Es zeigte sich keine Spur einer Circumnutation[1], obwohl diese Pilze Heliotropismus und Geotropismus zeigen.

Die genaue Analyse der Bewegungen, welche *Darwin* als Circumnutationen bezeichnet, ergiebt als allgemeines Resultat erstens, daß diese Bewegungsweise keine allgemeine Verbreitung im Pflanzenreiche besitzt, indem es Organe von ganz geradlinigem Wuchse giebt; schon deshalb kann diese Circumnutation keine wachsenden Theilen eigenthümliche Urbewegung sein. Zweitens: Wo sich Bewegungen wachsender Theile erkennen lassen, da beruhen sie entweder auf der ohnehin bekannten revolutiven Nutation (so bei Schlinggewächsen, Uebergänge hiezu bei manchen undulirend nutirenden Organen), oder sie lassen sich zurückführen auf Unregelmäßigkeiten im Wachsthum, als Folge nicht vollkommen regelmäßigen Baus der Organe, oder nicht absolut gleicher Wachsthums-

[1]) Vor Kurzem hat *F. Darwin* Versuche mit den Fruchtträgern von Phycomyces nitens mitgetheilt (Botanische Zeitung 1881 Nro. 30), in denen dieselben Circumnutation (bei Beobachtung unter dem Mikroskop) zeigten.

fähigkeit der Zellen eines Gewebes oder der Gewebe des ganzen Organs, was sich eben in geringen Störungen im geraden Wachsthum der Organe äußert. Diese Störungen hören zeitweilig, oft für längere Zeit, ganz auf, sind gewöhnlich sehr gering und durch Unregelmäßigkeit der Richtung und des Verlaufs gekennzeichnet. Oder endlich: diese Bewegungen sind die combinirte Wirkung verschiedener, spontaner und paratonischer Nutationen, also Combinationsbewegungen und keine Urbewegung, welche in der mannigfachsten Weise zum Ausdruck kommen: bei reiner undulirender Nutation, bei Ausschluß von Licht und bei vertikaler Aufstellung vollzieht sich die Bewegung in einer Ebene; kreuzt das Licht und die Lothlinie die Nutationsebene, so erfolgt eine durch Nutation, Heliotropismus und Geotropismus hervorgerufene, meist sehr complizirte Bewegung. Uebrigens kommen manche der Circumnutationen nicht nur durch verschiedene Bewegungsweisen an einer Stelle, sondern an ganz verschiedenen Stellen eines Organs zu Stande, wie schon oben erwähnt wurde. Die inneren Ursachen der revolutiven Nutation sind uns unbekannt, die Natur der übrigen, von *Darwin* dieser Nutationsform angeschlossenen Bewegungen dagegen ist durch Obiges klargelegt.

Wie im vorausgehenden Referate angeführt, suchte *Darwin* nicht allein seine Circumnutation als allgemein im Pflanzenreiche verbreitet und mit dem Charakter einer Ur- und nicht weiter zerlegbaren Bewegung nachzuweisen, sondern auch von ihr ausgehend anderweitige Bewegungen wachsender Theile auf sie als gemeinsame Basis zurückzuführen. Nach obiger Analyse der sog. Circumnutationsbewegungen aber kann hievon um so weniger die Rede sein, da es ja wachsende Theile giebt, welche überhaupt nicht circumnutiren, gleichwohl aber heliotropisch und geotropisch sind. Die Zurückführung aller Formen von Bewegungen wachsender Pflanzentheile auf Circumnutation als Urbewegung ist demnach unstatthaft. Will man eine solche Einheit bezeichnen, so bildet diese das gerade Wachsthum selbst, aus welchem sich durch ungleichseitiges Längenwachsthum, hervorgerufen durch äußere oder innere Ursachen, die verschiedenen Bewegungsformen ableiten lassen.

Wenn wir nun zu den Darlegungen übergehen, welche Verf., durch Versuche gestützt, von der von *Darwin* behaupteten Empfindlichkeit der Wurzelspitze gegen Druck und Schwere und der Uebertragung dieser Reize als Krümmung auslösender Factoren auf die wachsende Region, dann auch von der Uebermittelung des Lichtreizes von der Spitze aus auf tiefere Regionen des nämlichen Pflanzentheils giebt, so zeigt sich die Sache in wesentlich anderem Lichte. Was zunächst das Unterbleiben geotropischer Krümmung bei Wurzeln nach Abschneiden der Spitze betrifft oder nach Aetzung derselben mit Höllenstein, so weist Verf. nach, daß geköpfte Wurzeln in ihrer Wachsthumsfähigkeit verlieren und nur mehr nach Maßgabe dieser krümmungsfähig sind. Da hiernach auch ihrer Spitze beraubte Wurzeln immer noch krümmungsfähig sein können, so ist ersichtlich, daß der Geotropismus überhaupt nicht von der Spitze ausgehen

kann. Vielmehr muß angenommen werden, daß die Schwerkraft direkt jene Zone der Wurzeln angreift, welche sich geotropisch krümmt. Bekanntlich haben die Wurzeln die Fähigkeit, durch die Nähe feuchter Gegenstände zu einer Krümmung nach diesen veranlaßt zu werden, eine hydrotropische Krümmung zu machen. Auch für diese Fähigkeit nimmt *D.* den Sitz in der Spitze an, welche den Reiz empfange. Nach Ueberstreichung der Spitze mit einer Mischung von Olivenöl und Lampenruß oder Cauterisation derselben mit Höllenstein war diese Fähigkeit ganz oder fast ganz verschwunden. Nach Verf. wird aber durch diese Eingriffe das Wachsthum der Wurzel vermindert, womit auch die Krümmungsfähigkeit abnimmt. — *Darwin* findet, daß ein leiser, auf die Wurzelspitze einseitig ausgeübter Druck die Wurzel nöthigt, in der wachsenden Region, also entfernt von der Angriffsstelle, eine Krümmung auszuführen, welche sie von dem Orte der Berührung wegwendet. Der Druck, auf welchen die Spitze reagirt, braucht kaum nennenswerth zu sein. Dem gegenüber weist Verf. darauf hin, daß die Wurzelspitzen Fließpapier durchdringen, in Quecksilber eindringen, überhaupt, wie genaue Versuche auf einer sehr empfindlichen Federwage lehrten, mit erheblichem Druck auf eine Unterlage pressen können, ohne von ihrem Wege abgelenkt zu werden. Auch wenn an die konischen Abdachungen der Wurzelspitzen kleine Holzstückchen und Sandkörnchen vorsichtig angedrückt werden, wo sie dann adhäriren, tritt keine Wegkrümmung von der Berührungsseite ein. Vielmehr ist die Voraussetzung einer Wegkrümmung Eintritt einer Verletzung der Wurzelspitze. Weingeistige Schellacklösung, einseitige Aetzung u. s. w. führt einseitiges Absterben der Wurzelspitze herbei; die hinter dieser absterbenden Stelle gelegene Parthie der Wurzel wächst nun verstärkt und so entsteht die Wegkrümmung. Einfache Berührung mit einem indifferenten Körper bewirkt nie Wegkrümmung. *Darwin*'s Entdeckung gilt sonach in beschränktem Maße. Verf. schlägt für diese durch Verletzung der Spitze veranlaßte Wegkrümmung den Namen *Darwin*'sche Krümmung vor. Der Vergleich der Spitze mit dem Gehirn hinkt demnach bedeutend; die Spitze ist wohl zufolge ihrer Zartheit sehr empfindlich, ihr Absterben hat auch Veränderungen der unverletzt gebliebenen Wurzelregion zur Folge unter Verminderung des Wachsthums, aber eine andere Art der Reizübertragung läßt sich nicht wohl festhalten.

Aber auch die von *Darwin* hinsichtlich der Lichtwirkung geltend gemachten Erklärungen und Beobachtungen lassen sich in viel einfacherer Weise und mit sonstigen Thatsachen besser harmonirend erklären. Uebrigens werden die einschlägigen Schlußfolgerungen *Darwin*'s zum Theil schon durch die Ergebnisse früherer Untersuchungen des Verf. hinfällig, während zum anderen Theil allerdings deren Unhaltbarkeit erst durch neu angestellte Untersuchungen gezeigt werden mußte. Verf. giebt zunächst eine auszügliche Mittheilung der in seiner Monographie des Heliotropismus[1]) niedergelegten Resultate, um so die Basis für die Kritik zu gewinnen. Zuerst war festzustellen, ob sich in der That die

[1]) Vgl. hierüber die Referate in dieser Zeitschrift Bd. II. pag. 391; Bd. III. pag. 298; Bd. IV. pag. 64.

heliotropische Wirkung des Lichts auf unbeleuchtete Theile fortpflanzen kann. *Darwin* fand, daß 1. an in verschiedenen Höhen über dem Boden abgeschnittenen Keimlingen der unter normalen Verhältnissen gegen das Licht sich krümmende untere Theil im Lichte aufrecht bleibt; daß 2. Keimlinge von genügend jungem Alter bei einseitiger Beleuchtung bis auf den Grund sich der Lichtquelle zukrümmen; wird aber die obere Hälfte des Hypocotyls u. drgl. vor Licht geschützt, so unterbleibt diese Krümmung. Verf. zeigt hinsichtlich des ersten Punkts, daß hiedurch nichts bewiesen wird. Die Thatsache ist richtig, die Schlußfolgerung aber unberechtigt, weil so stark verletzte Pflanzen ihre Wachsthumsfähigkeit und damit die Fähigkeit zu heliotropischer Krümmung ganz verlieren oder beträchtlich darin geschwächt werden. Zu Punkt 2 lehrt das Studium dieser Versuche, daß die Krümmung, welche die untere Hälfte genügend alter Keimlinge bei Beleuchtung der oberen erfährt, gar nicht heliotropisch ist, sondern Folge der Belastung, mit welcher das heliotropisch vorgeneigte obere Stengelende auf das untere Stengelende wirkt. Läßt man die Keimlinge in entsprechender Weise zur Ausschließung der Schwere rotiren, so unterbleibt in der That diese Krümmung des unteren Theils. Sind die Keimlinge noch jünger und der Hypocotyl seiner ganzen Länge nach noch heliotropisch krümmungsfähig, so krümmt er sich allerdings bis zum Grund auch bei Rotation, aber wenn nur ein Theil des Stengels beleuchtet ist, nur so weit, als das Licht einwirkt. Hiernach ist die Behauptung einer Uebertragung der Lichtwirkung unrichtig. — Die Ansicht *Darwin*'s, daß helles Licht stärker Heliotropismus hervorrufe, als schwächeres, rektifizirt Verf. unter Verweisung auf die Monographie dahin, sie sei unvollständig und für sehr empfindliche Organe ungültig. Desgleichen wird richtig gestellt, daß die Stärke der heliotropischen Krümmung nicht im Verhältniß zur dargebotenen Lichtmenge stehe, genauer ausgedrückt: die Intensität des Lichts und die Dauer der Lichtwirkung sei der Größe des heliotropischen Effects nicht proportional, daher wirke hier das Licht als Reiz, ähnlich wie äußere Einflüsse auf das Nervensystem der Thiere wirkten. Diese Schlüsse sind nicht berechtigt. Wenn der heliotropische Effect der Lichtstärke nicht proportional sei, so rühre dies daher, weil die auf Licht- und Schattenseite des Organs herrschenden, das ungleichseitige, zum Heliotropismus führende Wachsthum bedingenden Lichtunterschiede den jeweiligen Lichtintensitäten nicht proportional sind; und wenn der heliotropische Effect der Zeitdauer der Beleuchtung nicht proportional sei, so rühre dies von der durch den Verfasser früher nachgewiesenen photomechanischen Induction[1]), aber in jedem Falle gebe es ein Lichtminimum, dem eine bestimmte heliotropische Krümmung dennoch proportional sei. Von Parallelen zur Nervenreizung könne keine Rede sein, es sei hiemit Nichts gewonnen, sondern die Sache nur schwieriger und dunkler gemacht. Auch die von *Darwin* angezogene vermeintliche besondere Empfindlichkeit heliotropischer Pflanzentheile gegen Lichtcontraste gebe kein Argument zur Auffassung des Heliotropismus als Reizerscheinung. Die zur Stützung von *Darwin* beigebrachten Erscheinungen beruhten einfach darauf, daß die Pflanzen bei constanter Beleuchtung einen Lichtüberschuß erhalten, keinenfalls aber beweisen sie, daß intermittirendes Licht größeren Effect

[1]) Vgl. hierüber diese Zeitschrift Bd. II. pag. 396.

hervorruft, als gleich lang wirksames constantes Licht; und wenn vielfach aus dem Boden eben hervorkommende Keimlinge heliotropischer sind, als die an's Licht gewöhnten Sprosse u. s. w., so rührt dies einfach von der im Finstern verstärkten Wachsthumsfähigkeit, welche dann stärkere heliotropische Empfindlichkeit zur Folge hat.

Verf. wendet sich auch noch gegen andere Aufstellungen *Darwin's*, welche im vorausgehenden Referate, als nicht zur Hauptsache gehörig, nicht oder ganz kurz berührt wurden. Sie mögen hier angefügt sein.

Darwin behauptet, nicht das Wachsthum rufe die als Circumnutationen zusammengefaßten Bewegungen hervor, sondern einseitige Turgorverstärkung; diese sei das Primäre, das Wachsthum das Sekundäre. Verf. erörtert, daß das Wachsthum von Anfang bis zum Ende aus qualitativ gleichen Processen bestehen müsse, nicht aus hintereinander liegenden Acten, von welchen der erste, von den übrigen unabhängige, die Turgorausdehnung ist, daß die Intussusception und was überhaupt zum Wachsthum führt, nicht erst der Turgorausdehnung folge, sondern sie constant begleite. Er führt Versuche an, aus denen hervorgeht, daß durch Verdunstung oder Plasmolyse welk gewordene Pflanzentheile die frühere Höhe der Turgorausdehnung erreichen auch bei so niederen Temperaturen, bei denen von Wachsthum keine Rede sein könne, daß die Turgorausdehnung unabhängig vom Wachsthum geschehe, indem sie auch ohne Sauerstoffzutritt eintrete u. s. w. Aus Allem ergiebt sich, daß die Turgorausdehnung blos ein Attribut des Längenwachsthums ist, nicht aber das allein für das Wachsthum in den ersten Stadien maßgebende Moment. Da sich alle Nutationsbewegungen nur so lange vollziehen, als die betreffenden Pflanzentheile in die Länge wachsen, und nur dann eintreten und nur so lange anhalten, als die sämmtlichen Bedingungen des Längenwachsthums erfüllt sind, so folgt, daß diese Bewegungen als durch ungleichseitiges Wachsthum hervorgerufen aufzufassen sind.

Weiter hatte *Darwin* auch die Existenz eines Diaheliotropismus und -Geotropismus (-Transversalhel. resp. Geotropismus) gegenüber den hiegegen geltend gemachten Thatsachen behauptet. Verf. erörtert unter Verweisung auf seine Monographie eingehend, daß er durch die Untersuchungen *Darwin's* keine Verschiebung des derzeit geltenden Standpunkts erkennen könne, sucht aber zugleich eine in der bisherigen Darstellung der „diaheliotropischen“ Erscheinungen gebliebene wesentliche Lücke auszufüllen, indem er die Thätigkeit des Lichts bei diesen zum einfallenden Licht senkrechten Stellungen auf negativen Heliotropismus zurückzuführen sucht. „Der so räthselhafte Diaheliotropismus läßt sich auf ein Zusammenwirken durchweg bekannter Vorgänge zurückführen. In erster Linie ist es das Entgegenwirken von negativem Geotropismus und negativem Heliotropismus, was das Blatt in eine zum Einfall starken Lichts senkrechte Lage bringt. In dieser Lage wird das Blatt festgehalten, weil bei der nunmehr herrschenden stärksten Beleuchtung die Bedingungen für die negativ geotropische Aufrichtung des Blattes die ungünstigsten sind. Weiters werden aber auch noch andere auf Wachsthum beruhende Bewegungen des Blattes, z. B. das durch die Belastung eingeleitete Zugwachsthum dann am meisten gehemmt, wenn die Beleuchtung die günstigste ist; dies ist aber dann der Fall, wenn das Blatt sich senkrecht zum herrschenden, genauer gesagt, zum stärksten zerstreuten Licht gestellt hat.“ *C. K.*

***I. Boussingault.* Die Zersetzung der Nitrate während der Vegetation im Dunkeln.** Ann. de Chim. et Phys. Ser. 5 T. XXII. 1881 p. 433 und *Biedermann's* Centralblatt für Agrikulturchemie. 1881. S. 627.

Verfasser führte Salpeter in einen unfruchtbaren Boden ein, in welchem er dann Samen im Dunkeln zur Keimung brachte und untersuchte, ob dieses Salz verschwinden würde.

Zehn Bohnen im Gewicht von 10,553 g erhielten im Ganzen während einer 21tägigen Keimzeit 0,3 g salpetersaures Kali. Wiedergefunden wurde Salpetersäure in der Ernte als Nitrat 0,1388 g, im Boden 0,0248 g, im Ganzen 0,1636 g, sodaß während der Keimung 0,1364 g Nitrat verschwunden war. Die Samen hatten 0,0034 g Ammoniak enthalten, nach der Ernte wurde 0,0098 g gefunden. Diese Vermehrung des Ammoniaks ist indessen nicht, wie Verfasser sich durch besondere Versuche überzeugte, auf die Salpetersäure als Quelle zurückzuführen. Andererseits erfahren aber auch die übrigen stickstoffhaltigen Stoffe keine Vermehrung. Bei einem Versuch mit Mais wurde aller Stickstoff der geernteten Pflanzen, sowohl der als Salpetersäure, wie der als Ammoniak enthaltene Stickstoff bestimmt und mit dem Gesammtstickstoff der Samen verglichen. Die Differenz betrug nur 0,0048 g. Der Stickstoff des während der Vegetation verschwundenen Nitrats betrug dagegen 0,177 g. Man muß daraus schließen, daß dieser Stickstoff wahrscheinlich gasförmig abgeschieden wurde.

Die Zersetzung der Säure des salpetersauren Kalis bei der Vegetation im Dunkeln ist schwer zu erklären. Die einzige zulässige Erklärung wäre, daß trotz der kräftigen Vegetation, welche die Möglichkeit ausschließt, daß Trümmer sich von der Pflanze ablösen, der Boden dennoch eine organische Substanz empfängt, die von den Wurzeln ausgeschieden wird und reducirend wirkt. Da die Existenz einer solchen Absonderung bisher weder genügend bewiesen, noch widerlegt ist, so war es für die hier behandelte Frage von Wichtigkeit, festzustellen, ob wirklich im Boden eine Substanz auftritt, die fähig ist, auf die Säure der Nitrate zu wirken. Auf Veranlassung von *Boussingault* hat *Müntz* einen dahin zielenden Versuch gemacht.

Geglühter Sand wurde mit Salzsäure und destillirtem Wasser gewaschen und dann zwei Portionen desselben von 200 g mit destillirtem Wasser angefeuchtet. Eine Portion wurde in einer verschlossenen Flasche aufgehoben, in der anderen wurden 16 vorher gekeimte Maiskörner eingelegt, die man 17 Tage lang an einem sehr wenig hellen Orte unter einer Glocke bei 10—16° sich entwickeln ließ. Dann wurden die Pflanzen sorgfältig mit allen Wurzeln entfernt, und die beiden Sandproben mit einander verglichen. Beide zeigten bei der mikroskopischen Untersuchung vollkommen gleiche Beschaffenheit, sie enthielten keine anderen Organismen als einige Micrococcen. Als man aber die beiden Sandproben in Röhren bei Luftabschluß erhitzte, blieb die Kontrolprobe vollkommen weiß, während die andere, in welcher die Pflanzen gewachsen waren, ganz gleichmäßig leicht geschwärzt war. Sie enthielt somit eine Spur kohlenstoffhaltiger Substanz. Man sieht sonach, daß ein vorher unfruchtbar gemachter Boden nach der Vegetation im Dunkeln Spuren organischer Substanz enthielt, wahrscheinlich eine Absonderung der Wurzeln, welche eine zerstörende Wirkung auf die Säure des Nitrats im Versuch ausüben konnte.

***F. G. Stebler.* Ueber den Einfluß des Lichtes auf die Keimung.** Verhandlungen des Naturwissenschaftlichen Vereins in Zürich. 1881. XXVI. 1. S. 102—104.

Man betrachtet bis dato den Keimungsvorgang vielfach als einen einfachen Proceß, zu dessen Ausführung Jedermann befähigt sei. Wie weit dies richtig ist, beweist der Umstand, daß von vielen sehr wichtigen Samen die ermittelten Procentsätze total und fast Allgemein unrichtig, weil nicht alle die Keimung beeinflussenden Factoren berücksichtigt sind. Von äußeren, die Keimung beeinflussenden Factoren nahm man bis dato nur die Feuchtigkeit und die Wärme an; dem Lichte sprach man entweder jede Wirkung ab, oder wenn eine solche bestehe, so sei dieselbe eine nachtheilige. — Diese Anschauung ist aber nach Versuchen des Vortragenden unhaltbar, denn bei vielen, landwirthschaftlich sehr wichtigen Samen hat das Licht auf die Keimung einen bedeutend größeren fördernden Einfluß, als die Wärme. So namentlich bei den Rispengräsern (Poa). Zur experimentellen Beweisführung wurde im pflanzenphysiologischen Laboratorium des Polytechnikums mit zwei, ganz gleich construirten Thermostaten operirt, bei welchen in beiden Fällen die Feuchtigkeits- und Wärmeverhältnisse dieselben waren, der eine aber verdunkelt, der andere dem Lichte ausgesetzt war. Die Samen lagen in beiden Fällen in *Wagner*'schen Thonzellen, dem bis dato für die meisten Samen besten Keimapparat. So keimten von je 400 Körnern

von	Poa	nemoralis	im	Licht	62	Proc.		von	Poa	pratensis	im	Licht	59	Proc.
„	„	„	„	Dunkeln	3	„		„	„	„	„	Dunkeln	7	„
„	„	„	„	Licht	53	„		„	„	„	„	Licht	61	„
„	„	„	„	Dunkeln	1	„		„	„	„	„	Dunkeln	0	„

Da aber das Sonnenlicht eine sehr unzuverlässige und schwankende Kraft ist, deren Größe sich heute noch nicht genau und leicht bestimmen läßt, so wurden auch Versuche in Gaslicht ausgeführt, die zu demselben Resultate führten, „daß „das Licht die Keimung gewisser Samen, namentlich von Gräsern, begünstigt, und „dieselben im Dunkeln entweder gar nicht oder nur sehr spärlich keimen“. Diese Thatsache ist vom Vortragenden in einer ganzen Reihe von Samen constatirt worden, so von den Festuca-Arten, Cynosurus, Alopecurus, Holcus, Dactylis, Agrostis, Aira, Hirsen, Anthoxanthum etc. Er zweifelt nicht daran, daß dasselbe auch bei anderen Samen nachzuweisen wäre, wenn auch der Unterschied bei denselben vielfach kein so großer ist, wie bei Poa. Bei schnell und leicht keimenden Samen, wie den Kleearten, den Bohnen, Erbsen etc. glaube er eine vortheilhafte Einwirkung des Lichtes nicht annehmen zu können. — Hieran werden theoretische Betrachtungen geknüpft, welche sich zur Wiedergabe an dieser Stelle nicht eignen, und mit dieser Entdeckung die Erfahrungen von *Leitgeb* und *Borodin* in Beziehung gebracht, daß die Sporen von Lebermoosen und Farnen nur bei Licht keimen, jener von *Pfeffer*, daß sich die Brutknospen von Marchantia polymorpha nur bei Licht entwickele und von *Peyritsch*, daß das hypocotyle Glied der Mistel sich nur bei Licht verlängere. Worin die Wirkung des Lichtes beruht, darüber kann zur Stunde noch nichts Sicheres gesagt werden, es macht aber den Eindruck, als ob der Embryo zuerst kleine Mengen von Chlorophyll bilden und assimiliren müsse, um im Stande zu sein, das aufgespeicherte Reservematerial umzusetzen und keimen zu können. Damit würde auch die in jüngster Zeit von *Pauchon* gemachte Erfahrung stimmen, daß die Sauerstoff-Aufnahme der im Lichte keimenden Samen

$^1/_4$—$^1/_3$ höher sei, als bei den im Dunkeln; ein Unterschied, der aber erst 1—2 Tage nach der Keimansetzung zu beobachten ist. — Die Frage hat aber nicht nur eine wissenschaftliche Seite, sondern sie hat noch vielmehr eine eminent praktische Bedeutung, indem dadurch gewisse, in der Samenkontrole bis dahin fast allgemein acceptirte Untersuchungsmethoden unhaltbar werden. Ferner erhält dadurch der Landwirth die Weisung, daß er die betreffenden Grassamen auf dem Felde nicht unterbringen, sondern nur anwalzen soll[1]). *E. W.*

***J. Borodin.* Untersuchungen über die Pflanzenathmung.** Erste Abhandlung. Mém. de l'Acad. impér. des sc. de St.-Pétersbourg, VIIe Sér. T. XXVIII. No. 4. 54 S. mit 2 Tafeln.

In früher puplizirten Untersuchungen über die Athmung belaubter Sprosse hatte Verf. zu zeigen gesucht, „daß die Energie der Pflanzenathmung unter gleichen äußeren Bedingungen eine Function des in der Pflanze vorhandenen Kohlehydratvorraths sei. Wird ein belaubter Sproß von seiner Mutterpflanze abgetrennt im Dunkeln bei constanter Temperatur kultivirt, so sieht man seine Athmungsenergie d. h. die von ihm in einer Stunde entwickelte Kohlensäuremenge mehr oder minder rasch fallen. Meiner Ansicht nach wird dieses Sinken durch den Verbrauch des Athmungsmaterials, nämlich der Kohlehydrate, im verdunkelten Zweig hervorgebracht. Denn bringt man einen solchen Sproß unter der Assimilation günstige Bedingungen, indem man ihn in einer kohlensäurereichen Atmosphäre während einiger Stunden dem direkten Sonnenlichte aussetzt und dann wiederum im Dunkeln bei derselben Temperatur athmen läßt, so findet man jetzt seine Athmungsintensität bedeutend erhöht, im Dunkeln sinkt sie aber wieder.“ Verf. schließt hier eine Bemerkung an, welche wir erwähnen wollen, weil sie auch in anderer Hinsicht im höchsten Grade Berücksichtigung verdient und die Nichtbeachtung dieses Gesichtpunkts bei vielen Untersuchungen den Zweifel rege macht, ob die an abgetrennten, wo möglich noch weiter malträtirten Pflanzentheilen beobachteten Erscheinungen mit dem normalen Zustande und dem unversehrtem Zusammenhange des Pflanzenkörpers etwas zu thun haben resp. wie viel hievon auf Rechnung der Versuchsbedingungen kommt. Verf. erinnert speziell bezüglich der Athmung daran, daß bei verschiedenen Untersuchungen der Einfluß des raschen Sinkens der Athmungsintensität in abgetrennten Zweigen bei constanten äußeren Bedingungen gar nicht berücksichtigt worden sei, daß man vorausgesetzt habe, die Athmungsenergie solcher Zweige müsse bei constanten äußeren Bedingungen auch eine constante Größe sein.

Hieran schließt sich (pag. 3—12) die ausführliche Wiedergabe der früheren Versuche, aus welchen eben die bereits angeführten Schlüsse gezogen worden waren. Es wäre hieraus noch beizufügen, daß der Einfluß stärkeren und rothen Lichts gegenüber schwächerem und stärker brechbarem, in Uebereinstimmung mit der Annahme einer Verminderung des Kohlehydratvorraths als Ursache der Abnahme der Kohlensäureausscheidung, sich in einer ausgiebigeren nachherigen Kohlensäureausscheidung äußerte.

[1]) Nach den schon von früher bekannten Keimprüfungen, insbesonders aber nach den von *Nobbe* in größter Ausdehnung und mit peinlichster Sorgfalt durchgeführten vergleichenden Keimversuchen hat sich aber keine Bestätigung des Einflusses der Lichtwirkung ergeben, im Gegentheil erwies sich das Licht öfter sogar als Verzögerungsmittel. (D. Ref.)

Gegen diese Deutung der nach einer Beleuchtungsperiode gesteigerten Kohlensäureausscheidung als Folge stattgehabter Assimilation hatte *Rischawi* eingewendet, die Steigerung sei einfach Folge des Umstandes, daß die im Dunkeln bleibenden Sprosse sich in einer kohlensäurearmen Luft befanden, während die dem Lichte exponirten mit Kohlensäure reichlich versorgt wurden; das saftige Gewebe mußte unter diesen Umständen Kohlensäure absorbiren und diese, hinterher wieder in kohlensäurefreier Luft ins Dunkle gebracht, an die umgebende Luft wieder entweichen lassen. Hiernach müßte aber die Erhöhung der Kohlensäureausscheidung auch im Dunkeln eintreten, wenn die Sprosse einige Stunden in kohlensäurereicher Luft zugebracht haben. *Rischawi* giebt an, diese Voraussetzung experimentell mit günstigem Erfolg geprüft zu haben.

Dieser Auslegung *Rischawi*'s stehen verschiedene Umstände entgegen, besonders die stärkere Wirkung des schwächer brechbaren und des intensiveren Lichtes. Verf. hat aber direkte Versuche zur Aufklärung angestellt: 1. „Die Erhöhung der Athmungsintensität findet nach einer Beleuchtungsperiode auch in kohlensäurearmer Luft statt, aber unter Umständen, die eine Aufspeicherung von Kohlensäure auf dem Wege physikalicher Absorption ausschließen.“ (Versuch 9—11.) 2. „Nach einer Beleuchtungsperiode wird nicht nur die Kohlensäureausscheidung, sondern auch die Sauerstoffabsorption gesteigert.“ (Versuch 12 und 13.) 3. „Versuche über Kohlensäureausscheidung nach Verweilen der Sprosse in kohlensäurereicher Luft, aber im Dunkeln.“ (Versuch 14—18.) „Die 5 Versuche zeigen zur Genüge, daß ein Verweilen in kohlensäurereicher Luft (wenigstens wenn der Gehalt derselben an Kohlensäure nicht ca. 7% übersteigt) im Dunkeln keineswegs, wie *Rischawi* will, eine Steigerung der Athmungsintensität zur Folge hat, wie sie bei Einwirkung des Lichts sogar in einer viel reineren Luft regelmäßig eintritt. Offenbar kommt es nicht auf die Kohlensäure als solche an, sondern nur auf ihre Zerlegung im Lichte.“ 4. „Versuche zur Aufklärung der abweichenden Resultate *Rischawi*'s.“ (Versuch 20 bis 23.) Es findet allerdings eine Absorption von Kohlensäure auch im Dunkeln, sowie im Entweichen derselben nachher in kohlensäurefreier Luft statt, aber erstens muß man hiebei größere Mengen von Kohlensäure anwenden, zweitens in den ersten Stunden nach der Lufterneuerung beobachten, da die Steigerung der Ausscheidung durch Entweichen der absorbirten Kohlensäure rasch vorübergeht. „Hätte *Rischawi* den Versuch fortgesetzt, so würde ihm schon die erste folgende Zahl den großen Unterschied zwischen der ephemeren durch Absorption von Kohlensäure im Dunkeln verursachten und der dauernden Steigerung der Athmungsintensität bei Einwirkung des Lichtes klar machen.“

Im Anhang folgen einige Experimente über physikalische Absorption der Kohlensäure durch Pflanzengewebe. Es zeigte sich, daß lufttrockene Samen im Stande sind, beträchtliche Kohlensäuremengen zu absorbiren (wie auch *Böhm* für bei 100° getrocknete Zweige gefunden hat) und diese in kohlensäurearmer Luft wieder auszuhauchen. Versuche mit stärkmehl- (besonders Vicia faba, Phaseolus multiflorus) und ölhaltigen (Brassica rapa) Samen ergaben gleiche Resultate. Die Absorption scheint bei gequollenen Samen nicht stärker zu sein als bei trockenen. Bemerkenswerth ist, daß bei einem Versuche (mit Phaseolus, Temperatur zwischen 12,8 und 13,4°) für die lufttrockenen Samen keine Athmung, also keine Kohlensäureentwickelung gefunden wurde; wenigstens schreibt Verf. die geringe beobachtete

Kohlensäureausscheidung einer anderen Ursache zu. — Außer Kohlensäure wurde auch Wasserstoff auf seine Absorption durch Samen geprüft. Dieselbe war nur gering. — „Die Natur der die Absorption (der Kohlensäure) hervorrufenden Substanz näher festzustellen muß künftigen Versuchen überlassen bleiben. Ich will aber nicht unerwähnt lassen, daß nach einem mit Korkpfropfen angestellten Versuche die (cuticularisirten) Membranen der lufterfüllten Korkzellen unzweifelhaft dazu fähig sind."

Anmerkung des Ref. Wenn auch die Beweiskraft verschiedener Experimente in Frage zu stellen ist, so scheint es doch im Allgemeinen sicher gestellt, daß es sich bei der nach einer Beleuchtungsperiode zu beobachtenden Steigerung der Kohlensäureausscheidung der Hauptsache nach um stattgehabte assimilatorische Thätigkeit handelt. Schon von vorneherein ließe sich ja gegen eine derartige Auffassung nichts von Belang einwenden, gleichgültig, ob die durch Assimilation neugewonnenen organischen Bestandtheile in direkter oder indirekter Beziehung zum Athmungvorgange stehen. Anders aber dürfte es sich mit der Frage verhalten, ob die beobachtete Abnahme der Kohlensäureauscheidung blos auf dem Unterbleiben der assimilatorischen Thätigkeit beruhe, ob nicht vielmehr die besonderen Bedingungen, unter welchen sich die Versuchszweige befanden, auch noch in anderer Weise störend auf die Lebensenergie und hiedurch auf die Athmungsintensität einwirken mußten. Die Abhandlung enthält keinen direkten Beweis hiegegen, und möglicher Weise deutet sogar der Umstand, daß es bei einem Versuche (pag. 22) nicht gelang, durch eine zweite Beleuchtungsperiode die nämliche Steigerung der Kohlensäureauscheidung hervorzurufen wie durch eine vorausgehende direkt auf solche sonstige Störungen hin. (Man vergl. auch Versuch 19 pag. 32.) Zudem wurde auch bei der Mehrzahl der Versuche durch die Beleuchtung nachträglich nicht mehr die anfängliche Höhe der Kohlensäureausscheidung erreicht und wo das der Fall war, bleibt die Sache immer noch zweifelhaft, weil wir die Intensität der Athmung des Zweiges vor der Verwendung zum Versuche nicht kennen. Bei dem Einflusse der Individualität der Zweige und der Verschiedenheit ihrer Zustände müssen ohnehin Vergleichungen außerordentlich erschwert sein. Vielleicht erörtert Verf. diese Punkte in nachfolgenden Abhandlungen. Endlich wäre zu erwähnen, daß es erwünscht sein dürfte, wenn sich Verf. äußerte über einschlägige Ergebnisse anderweitiger Untersuchungen, welche mit seinen Schlüssen zum Theil nicht zu harmoniren scheinen; hieher gehört 1. Die Angabe des Verf., daß die Ausgiebigkeit der Lüftung ohne Einfluß sei auf den Verlauf der Athmungscurve. Man vergleiche hiemit die Angaben von *Müntz* (Naturforscher 1881. No. 11), aus denen sich wenigstens für Samen eine beträchtliche Steigerung der Kohlensäureausscheidung durch Lüftung ergeben würde. (Uebrigens verhält sich beim Lüftungsversuche 11 die vom Triebe I, der pro Stunde $^1/_2$ Liter Luft erhielt, anfänglich pro Stunde ausgeschiedene Kohlensäuremenge zur schließlichen wie 1 : 0,745, bei Trieb II, welcher 6 Liter erhielt, nach gleicher Zeit wie 1 : 0,770. Ließen individuelle Verschiedenheiten einen Vergleich zu, so müßte man hieraus eine Förderung der Athmung durch stärkere Lüftung entnehmen.) 2. Die Angabe, daß eine Beleuchtungsperiode in kohlensäurefreier Luft keine Verstärkung der Athmung inducirt. Man vergleiche hieher die Beobachtung *Panchon*'s an keimenden Samen (diese Zeitschrift, Bd. IV. pag. 76; Botanische Zeit. 1881 No. 13 pag. 211). Uebrigens scheint eine Beobachtung des Ref. (Versuch

7 pag. 10) auf eine, wenn auch geringe Steigerung der Kohlensäureausscheidung nach Beleuchtung auch in kohlensäurefreier Luft hinzuweisen. 8. Nach Verf. zeigen lufttrockene Samen (von *Phaseolus*) keine Kohlensäureausscheidung. Man vergleiche hiezu die Angaben von *Müntz* l. c. pag. 103. *C. K.*

***Th. W. Engelmann.* Neue Methode zur Untersuchung der Sauerstoffausscheidung pflanzlicher und thierischer Organismen.** Botanische Zeitung. 39. Jahrgang. 1881. No. 28. (Dieselbe Abhandlg. auch in *Pflüger*'s Archiv für Physiologie. Bd. XXV, Heft 5 und 6 pag. 285—292.)

Als Reagens der Sauerstoffausscheidung dienen die gewöhnlichen Fäulnißbakterien. Diese eignen sich hiezu durch die genaue Abhängigkeit, in der das Stattfinden ihrer Bewegungen vom Sauerstoff steht: Diese Organismen sammeln sich da an, wo Sauerstoff Zutritt hat z. B. an der Oberfläche von Flüssigkeiten, in der Umgebung von unter einem Deckglas befindlichen Luftblasen u. dgl. Mit Verzehrung des Sauerstoffs sistirt die Bewegung, bei Zutritt desselben beginnt sie wieder. Bringt man in einen an bewegungsfähigen Bakterien reichen Tropfen grüne Zellen, Stückchen von Fadenalgen oder auch Diatomeen u. s. w., bedeckt mit einem Deckglas, so tritt bei Belichtung Ansammlung lebhaft schwärmender Bakterien um diese Zellen ein, bei Verdunkelung erlicht alsbald diese Bewegung, um bei Beleuchtung wieder zu beginnen. „Die chlorophyllhaltigen Zellen scheiden im Lichte Sauerstoff aus, und dieser ist es, der die Bakterien veranlaßt, sich zu bewegen und an der Sauerstoffquelle sich anzusammeln.“ — Weiter sind in Kürze einige (größten Theils Bekanntes bestätigende) Erfahrungen mitgetheilt, welche mit der Methode gemacht wurden: grüne, braune, oliven- und spangrüne Pflanzen scheiden Sauerstoff aus (wenn sie nur chlorophyllhaltig sind); die noch gelben Blätter etiolirter Nasturtium-Pflänzchen entwickeln schon vor dem Ergrünen Sauerstoff; die Sauerstoffentwickelung geschieht nur da, wo Chlorophyllkörner liegen, selbst dann noch, wenn die Chlorophyllkörper contrahirt sind oder auch wenn Plasma mit Chlorophylleinschlüssen aus den Zellen ausgeflossen ist oder selbst an einzelnen isolirten Chlorophyllkörnern; es tritt Sauerstoff aus in jeder Periode des Wachsthums; die Wirkung des Lichts ist eine lokale u. s. w. *C. K.*

***A. Lévy.* De l'influence de la lumière sur la maturation des raisins.** Annal. agronom. publ. par *P. P. Dehérain*. T. VII. fascic. 2. pag. 230—238.

Eine Wiederholung der Versuche des nämlichen Verf., über deren erste Reihe wir bereits Bd. III., pag. 499 dieser Zeitschrift berichtet haben. Die verwendeten Apparate hatten einige Abänderung erhalten, auch waren die Versuche in größerem Maßstabe ausgeführt. Als Resultat ergab sich wie früher, daß die im Dunkeln reifenden Trauben weniger Zucker und mehr Säure enthielten als die Lichttrauben des nämlichen Stocks. „Il résulte en effet des analyses de l'année courante, que les grappes exposées à la lumière, comparées à celles conservées dans l'obscurité, contenaient en moyenne un surcroît de sucre de 3,59 p. 100 et une diminution d'acides de 1,23 p. 1000, ce qui correspond à peu près aux différences constatées l'année dernière, lesquelles s'élevaient pour le sucre à 3,55 p. 100 et pour l'acides à 1,42 p. 1000.“ — Schließlich wird auf die praktische Verwerthbarkeit der gemachten Beobachtung hingewiesen. *C. K.*

***Fr. Schwarz.* Zur Kritik der Methode des Gasblasenzählens an submersen Wasserpflanzen.** Untersuchungen aus dem botan. Institut zu Tübingen. Herausgeg. von *W. Pfeffer*. Bd. I. Heft 1. pag. 97—104.

Mancherlei, namentlich von *N. J. C. Müller* erhobenen Einwendungen gegen die Brauchbarkeit dieser Methode gegenüber wird nachgewiesen, daß die Gasblasenabscheidung nur dann zu Stande kommt, wenn die Pflanze Kohlensäure zerlegt, sie unterbleibt daher in entkohlensäuertem Wasser, sowohl im diffusen wie direkten Sonnenlicht. — Chloroform und Aether lähmen nicht etwa blos vorübergehend und sofort die Assimilationsthätigkeit, wie *Cl. Bernard* angab, sondern erst nach weitgehender, nicht mehr zu reparirender Beschädigung der Pflanzen.

C. K.

***F. Masure.* Die Transpiration der Pflanzen**[1]. Ann. agronomiques. T. VI. Fasc. 4. 1880. p. 489—500.

Die Transpiration der Pflanzen ist ein Act der Vegetation, welcher zum Zweck hat, aus der Pflanze die gashaltigen und flüchtigen Substanzen, welche unnützlich oder ihr schädlich sind, zu entfernen. Diese Substanzen, welche sich während der Bildung des Pflanzensaftes erzeugen, entweichen durch die Oberfläche der Stengel, der Zweige und Blätter, fortgeführt durch die Verdunstung des Wassers, das in der Pflanze circulirt.

Diese Verdunstung vollzieht sich, nach Meinung der Botaniker, durch die Lenticellen der Rinde und die Spaltöffnungen der Blätter; es ist in der That kaum wahrscheinlich, daß die Cuticula, welche den Stengel und die Blätter umschließt, die Gase und Dämpfe entweichen zu lassen vermöchte, denn, wie dies die vielfachen Experimente der Botaniker beweisen, ist die Cuticula für Flüssigkeiten undurchdringbar, und es würde daher unverständlich bleiben, wie die Flüssigkeiten an die Oberfläche der Cuticula gelangen können, um sich dann in der Atmosphäre zu verflüchtigen.

Welches nun auch die Art und Weise der Transpiration der Pflanzen sei, kann man, ohne einen erheblichen Fehler zu begehen, annehmen, daß der Gewichtsverlust, welchem eine in der Atmosphäre frei athmende Pflanze unterliegt, das Maß ihrer Transpiration bestimmt. Dasselbe ist alsdann jedoch etwas geringer, als die in Wirklichkeit durch die Transpiration verloren gegangene Quantität, denn die Atmosphäre führt der Pflanze Kohlensäure zu, wovon sie die Kohle zurückhält.

Die Art und Weise, wie wir die der Transpiration zuzuschreibenden Gewichtsverluste bestimmt haben, liefert übrigens Resultate, welche sich eher unter als über die wirkliche Transpiration der Pflanzen stellen.

Bedeutung der Transpiration der Pflanzen.

Angesichts der durch Beobachtungen an den Immortellen erhaltenen Ergebnisse ist man zunächst überrascht über die viel beträchtlichere Transpiration der Pflanzen verglichen mit der Verdunstung des Wassers bei einer gleichen Oberfläche.

Hierüber giebt die folgende Tafel Aufschluß:

---

[1]) Vergl. diese Zeitschrift Bd. IV. S. 135—138 und S. 191 u. 192.

Periode		Charakter des Wetters	Tägl. Verdunstung mm	Tägl. Transpiration mm	Verhältniß beider
1	6.—12. August	feucht	2,92	7,98	1 : 2,7
2	12—18. „	trocken und stürmisch	4,10	8,81	1 : 2,2
3	19.—26. „	warm und stürmisch	3,20	9,73	1 : 3,0
4	26.—31. „	schön, unterbrochen von Regen	2,63	8,98	1 : 3,4
5	31. Aug. bis 6. Sept.	sehr schön	2,67	10,06	1 : 3,8
6	7.—15. September	bedeckt und regnerisch	1,96	8,34	1 : 4,2
7	15.—22. „	schön und ziemlich warm	2,00	8,61	1 : 4,3
8	22.—30. „	schön und ziemlich kalt	1,82	6,89	1 : 3,8
9	30. Sept. bis 7. Okt.	veränderlich und ziemlich warm	1,46	4,82	1 : 3,3
10	7.—14. Oktober	sehr schön, aber kalt	1,39	4,42	1 : 3,2
11	14.—22. „	regnerisch und kalt	0,42	1,89	1 : 4,4
12	22.—30. „	bedeckt und ziemlich warm	0,52	1,87	1 : 3,6
13	30. Okt. bis 6. Nov.	schön und kalt	0,60	1,35	1 : 2,2
14	6.—15. November	schön und kalt	0,88	1,30	1 : 1,5

Aus dem Wasser sind verdunstet in Summa 182,32 mm, die Pflanzen haben durch die Transpiration verloren 590,08; das Verhältniß beider ist demnach 1 : 3,2.

Es geht aus diesen wie aus zahlreichen anderen vom Verf. erhaltenen Resultaten hervor, daß die Transpiration der Pflanzen nicht eine einfache physikalische Verdunstung, sondern ein wesentliches Phänomen der Vegetation ist. Nicht blos Wasser, sondern Stickstoff, Sauerstoff, Kohlensäure und eine Menge anderer flüchtiger Substanzen werden von der Pflanze ausgestoßen. Die Größe der Transpiration ist indessen zum Theil, in gleicher Weise wie die Verdunstung, abhängig von der Temperatur, von dem Feuchtigkeitsgrad der umgebenden Luft und von der direkten Wirkung der Sonnenstrahlung.

Nach der letzten Tabelle fällt das Maximum der Verdunstung des Wassers in die Periode vom 12. zum 18. August, dasjenige der Transpiration der Pflanzen in die Periode vom 31. August zum 6. September. Es zeigt sich hierin, ebenso wie in dem plötzlichen Fallen der Transpiration zu Ende Oktober, direkt die Wirkung der Vegetation. Die Verhältnißzahlen zwischen Transpiration und Verdunstung (s. letzte Columne) erreichen einen hohen Punkt zur Zeit der starken Vegetation am Anfang und in der Mitte des September, ein nochmaliges Anwachsen findet statt in der zweiten Hälfte des Oktober. Dieses zweite Steigen ist hervorgerufen durch die Regen in der Mitte des Oktober, welche der Vegetation neue Kraft verliehen. Das Verhältniß der Transpiration zur Verdunstung ist, wie Verf. meint, ein werthvolles Anzeichen, wenn nicht gar ein genaues Maß für die Lebhaftigkeit der Vegetation.

Einfluß von Morgen, Abend und Nacht auf die Transpiration.

Das Résumé aller Resultate, welche sich vom 6. August bis 15. November, hinsichtlich der Einflüsse von Morgen, Abend und Nacht, ergeben haben, sowohl für Verdunstung des freien Wassers als für die Transpiration der Pflanzen, zeigt uns folgende Zahlen, resp. Verhältnisse:

	Die Verdunstung mm	Transpiration mm	Verhältniß beider
Morgens	48,02	234,38	1: 4,88
Abends	101,32	264,18	1: 2,60
Nachts	11,46	59,68	1: 4,12.

Diese Zahlen zeigen wiederum, daß die Transpiration wesentlich beeinflußt wird von der Vegetation. Der Morgen ist „der Frühling der täglichen Vegetation“, der Nachmittag „der Sommer“. In der Nacht unterhalten die Pflanzen eine nur schwache Transpiration, ungefähr ein Zehntel von der des Tages.

Einfluß des Wetters.

Die Pflanzen transpiriren bei schöner Witterung mehr, weil die Sonnenstrahlung eine größere und damit die Temperatur eine erhöhtere und die Luft trockener ist. Als Tagesmittel ergaben sich folgende Zahlen:

	Verdunstung mm	Transpiration mm	Verhältniß
2. Periode. 8.—11. Aug. regnerisch	0,82	2,60	1 : 3,17
3. „ 12.—15. „ schön	1,15	4,72	1 : 4,10
4. „ 16.—17. „ starke Regen, dazwischen Sonnenschein	0,94	2,02	1 : 2,14
5. „ 19.—22. Aug. schön u. heiß	1,03	4,35	1 : 4,22.

Einfluß der Temperatur.

Die höhere Temperatur hat eine verstärkte Transpiration zur Folge; der Einfluß der Temperatur zeigt sich jedoch bei der Transpiration weniger scharf als bei der Verdunstung, es macht sich gleichzeitig die Vegetationszeit geltend. Zur Bestätigung nachstehende Zahlen. Luftfeuchtigkeit durchweg 0,84.

		Temperatur	Verdunstung mm	Transpiration mm
26.—28. September.	Morgens	10,7°	0,24	2,79
29. Sept.—30. Okt.	„	15°	0,50	2,11
3.—13. Okt.	„	12°	0,40	1,76.

Einfluß des Feuchtigkeitszustandes der Luft auf die Transpiration.

Um diesen Einfluß, der sich in den meisten Fällen gleichzeitig mit dem der Temperatur kundgiebt, zu erkennen, muß man Perioden wählen, in denen die mittlere Temperatur sich ungefähr gleich blieb, während der Feuchtigkeitszustand Schwankungen erlitten hat.

Betrachten wir z. B. die Gesammtheit der Fälle, wo die mittlere Temperatur des Morgens zwischen 17° und 17°,7 geschwankt hat, Wärmegrade, wie sie für die Vegetation in den Epochen, wo sie beobachtet wurden (vom 23. August bis 16. September) nicht günstiger hätten sein können, so erhält man bei Ordnung gemäß des zunehmenden Feuchtigkeitszustandes:

Morgenzeit			Temperaturmittel	Luftfeuchtigkeit	Verdunstung	Transpiration
9.	Periode.	1.—5. Sept.	17,6	0,75	0,93	4,96
11.	„	10.—16. „	17,7	0,79	0,62	3,70
10.	„	6.—9. „	17,4	0,88	0,61	2,72
8.	„	30.—31. Aug.	17,0	0,89	0,38	2,58
6.	„	23.—25. „	17,2	0,91	0,25	3,40.

Diese Resultate bestätigen uns, daß je feuchter die Luft, desto geringer die Verdunstung ist; sie zeigen zugleich in den ersten vier Fällen, daß auch die Transpiration der Pflanzen sich vermindert, wenn der Feuchtigkeitszustand in der Luft sich erhöht; in der 6. Periode jedoch haben die Pflanzen einen größeren Verlust erlitten als in der 8. und 10. Periode, obgleich die Luftfeuchtigkeit in der 6. Periode größer war, als in den beiden anderen.

Schlußsatz.

Die Transpiration der Pflanzen ist ein complizirtes Phänomen, welches zum Theil denselben physikalischen Einflüssen wie die Verdunstung des reinen Wassers unterliegt und welches zum anderen Theil unter der Herrschaft der physiologischen Kräfte des vegetativen Lebens nothwendigerweise von diesen Gesetzen abweicht, gemäß den Bedürfnissen der Pflanzen. Nur durch zu allen Stunden angestellte und womöglich oft wiederholte Beobachtungen kann man hoffen, die Gründe für diese Abweichungen zu entdecken. *E. W.*

***F. Reinitzer.* Ueber die physiologische Bedeutung der Transpiration der Pflanzen.** Sep.-Abdr. aus dem LXXXIII. Bd. der Sitzungsber. der k. Akad. der Wiss. I. Abtheil. Januarheft 1881.

Wir haben bereits pag. 238 des IV. Bds. dieser Zeitschrift über diese Arbeit referirt und einige kritische Bemerkungen angeknüpft. Ref. kann nicht umhin, nachträglich zu bemerken, daß er zur größten Ueberraschung ganz den gleichen Ideengang in einer älteren Schrift *Hanstein*'s (Versuch über die Leitung des Safts durch die Rinde und Folgerungen daraus. 1860) aufgefunden hat. *Hanstein* spricht sich gegen den Vortheil der Transpiration in Hinsicht der vermehrten Zufuhr von Nährstoffen aus dem Boden entschieden aus; er begründet seine Ansicht von der Entbehrlichkeit der Transpiration durch den Hinweis auf das üppige Gedeihen und Wachsen von Pflanzen in feuchter Luft, er bezeichnet endlich die Transpiration als nothwendiges Uebel, insoferne als die Zunahme der assimilirenden Flächen eben mit Zunahme der Verdunstung nothgedrungen verbunden sei. Wir stellen die einschlägigen Bemerkungen in *Hanstein*'s und *Reinitzer*'s Abhandlung einander gegenüber.

Hanstein schreibt l. c. pag. 65, 66 (456, 457): „ . . . Ebensowenig kann, wie Viele wollen, die Verdunstung der Blätter die Zufuhr der löslichen Bodenbestandtheile veranlassen oder wesentlich befördern. Vielmehr müßte dieselbe — wie *Schulz-Fleeth* richtig ausgesprochen — gerade umgekehrt nach den Gesetzen der Diosmose, indem sie die Säftemasse concentrirt, das Nachrücken neuer Stoffe aus dem Boden verhindern. . . Es könnte aber auch, wenn die Ausdünstung zur Aufnahme jener unentbehrlichen Bodenstoffe nöthig wäre, eine Pflanze ohne dieselbe nicht assimiliren und wachsen, und so meinen auch Manche. Aber es hätte

in der That keiner besonderen Experimente bedurft, wie deren neuerdings entscheidend genug von *Boussingault* angestellt sind, um die Naturwidrigkeit dieser Ansicht nachzuweisen, da es vielmehr völlig unbegreiflich ist, wie man die alte Gärtnererfahrung, daß Pflanzen nirgends üppiger und kräftiger wachsen und mit überraschender Schnelligkeit ihre Masse vermehren, als in der völlig mit Wasserdampf gesättigten Luft des Treibbeets oder andererseits in der feuchten Sumpf- und Waldatmosphäre, gänzlich übersehen konnte. Und gerade wachsen in diesen Verhältnissen die Pflanzen am schnellsten, die sonst am meisten Wasser aushauchen. Zum Wachsthum, zur Assimilation und Nahrungsaufnahme ist also die Wasserabgabe nicht nöthig. Freilich wohl ist ein proportionaler Zusammenhang zwischen den Erscheinungen der Aushauchung von Wasser und des Austausches von Sauerstoff und Kohlensäure. Denn da derselbe um so größer sein muß, je mehr Oberfläche die feuchten, saftdurchdrungenen Zellwände in den Athemhöhlen dem Luftdurchtritt darbieten, und je leichter dieselben durchdringlich sind, so erhellt, daß dieselben Verhältnisse, welche Stoffaufnahme und Wachsthum befördern, zugleich in trockener Luft die Wasserabgabe beschleunigen müssen, daß mithin die Energie dieser Erscheinung proportional der Schnelligkeit ist, mit der Kohlensäure aus der Luft aufgenommen und Sauerstoff abgegeben wird, und daß also die Wasserverdunstung nicht die wirkende Ursache der Assimilation, sondern nur eine nebenhergehende, aus gleichen Ursachen entspringende Folge, gewissermaßen ein nothwendiges Uebel sei, dessen Verhinderung somit das Wachsthum, statt es zu beeinträchtigen, vielmehr, da zugleich ein Austrocknen verhindert wird, begünstigen muß."

Reinitzer drückt sich so aus: „. . . Entgegen dieser Ansicht (von der Nützlichheit der Transpiration) zeigt die Erfahrung, daß die Pflanzen gerade dann, wenn sie am Transpiriren gehindert sind, am üppigsten gedeihen. In unseren Treibhäusern, in denen die Luft stets große Mengen von Wasserdampf enthält, desgleichen in feuchten Wäldern, ist die Vegetation entschieden üppiger als an Orten mit trockener Luft, an welchen die Pflanzen genöthigt sind, stark zu transpiriren. . . Durch diese Thatsachen wird die oben ausgesprochene Ansicht über den physiologischen Werth der Transpiration sehr zweifelhaft gemacht, da sie eine geradezu entgegengesetzte Anschauung verlangen. Welches ist nun die richtige Ansicht? Ist die Transpiration den Pflanzen nützlich, oder hat sie keine Bedeutung, oder ist sie sogar von schädlichem Einfluß auf dieselben? Um diese Frage zu lösen, erschien es mir vor Allem nothwendig, die Wirkung der Transpiration auf die Pflanze durch das Experiment sicherzustellen." (pag. 3.) — „Obwohl der Transpirationsstrom unorganische Salze in die Pflanze einführt, so ist er dennoch für dieselbe ganz und gar werthlos, wie eine nähere Betrachtung sehr leicht ergiebt. Schon die einheitliche Bewegung des Wassers kann unmöglich günstig wirken, da die für den Stoffwechsel nothwendigen Diffusionsbewegungen . . . nothwendiger Weise die verschiedensten Richtungen haben müssen; weshalb der Transpirationsstrom mehr oder weniger Unordnung in diese Bewegungen bringen muß." (pag. 12.) — „Wenden wir uns nun zur Erörterung der zweiten Frage, derjenigen nämlich, weshalb die Transpiration im Pflanzenreich so allgemein verbreitet ist. Die Antwort hierauf ist eine sehr einfache und naheliegende. Die zahlreichen Spaltöffnungen der Pflanzen und die unterhalb derselben sich be-

findenden Athemhöhlen, welche ganz deutlich den Zweck einer Oberflächenvermehrung zur Schau tragen, sind offenbar blos deshalb vorhanden, um eine möglichst rasche Aufnahme und Zersetzung der Kohlensäure der Atmosphäre möglich zu machen und nicht um die Transpiration zu erhöhen. Es erscheint somit die Transpiration als ein nothwendiges Uebel für die Pflanzen, indem mit der Vergrößerung der kohlensäureaufnehmenden Oberfläche auch die transpirirende Oberfläche eine. Vergrößerung erfahren muß.“ (pag. 17.) *C. K.*

***J. Wortmann.* Ein Beitrag zur Biologie der Mucorineen.** Botan. Zeit. XXXIX. 1881. Nr. 23 u. 24.

Wir haben in einem Referate (diese Zeitschrift Bd. II, pag. 469) einer Beobachtung von *Sachs* erwähnt, der zufolge die Fruchtträger von Mucorineen bei Ausschluß von Licht und Schwerkraft als krümmender Ursachen nicht in beliebiger Richtung wachsen, sondern vertikal zur Substratfläche, mochte diese vertikal oder horizontal sein. Die Vermuthung, es möchte sich hiebei um gleichmäßige Vertheilung der Luftfeuchtigkeit handeln, und es scheine, als ob diese Fruchtträger, speziell jene von Phycomyces nitens, durch ungleichmäßige Vertheilung der Luftfeuchtigkeit ähnlich wie Wurzeln afficirt würden, hat Verf. durch Versuche näher geprüft. Es zeigte sich, daß bei unmittelbarer Nähe einer vertikalen feuchten Fläche (einer Pappscheibe) sich die Fruchtträger deutlich von derselben hinwegkrümmten. Wuchsen die Fruchtträger neben der Scheibe senkrecht abwärts, so trat die geotropische Aufkrümmung stets in einer zur Pappscheibe senkrechten Ebene ein. Stand die Scheibe schiefwinkelig oder parallel zum Substrat, aus dessen Oberfläche die Fruchtträger hervorwuchsen, so traten leicht zu verstehende Combinationskrümmungen durch Feuchtigkeitsdifferenz und Schwerkraftswirkung ein. — Schwieriger sind Versuche mit Mycelfäden. Dieselben wuchsen unter allen Umständen abwärts. — Nun folgen Versuche mit den Stolonen von Mucor stolonifer, aus denen hervorgeht, daß die Wachsthumsrichtung dieser Organe nichts mit einem von *van Tieghem* nach Versuchen mit Absidia postulirten Somatotropismus, d. h. einer Wirkung des Substrats durch Anziehung als Masse zu thun hat, sondern während des Wachsthums befinden sich die Spitzen in steter unregelmäßiger Nutation, bis sie mit einem anderen Körper in Berührung kommen und in Folge dieses Reizes zur Bildung von Rhizoïden und Fruchtträgern veranlaßt werden. *C. K.*

***W. P. Wilson.* The Cause of the Excretion of Water on the Surface of Nectaries.** Untersuchungen aus dem botan. Instit. zu Tübingen. Herausgeg. von *W. Pfeffer*. Bd. I. Heft 1. pag. 1 bis 23.

Mit Recht werden die weitaus meisten Saftausscheidungen aus Pflanzen auf vom Inneren der Pflanzen ausgeübten Druck zurückgeführt. Nur für verhältnißmäßig wenige ist die Mechanik eine zweifelhafte, und dazu gehört die Absonderung des Nectars. Bei dieser ist Mitwirkung des Wurzeldrucks von vorneherein ausgeschlossen, weil man seit langer Zeit weiß, daß selbe auch an von der Pflanze abgetrennten Theilen eintritt. Es bleiben nur zwei Wege: entweder der Nectar wird auf die Oberfläche gepreßt durch inneren Druck der benachbarten Gewebe, oder die Wasserausscheidung geschieht durch osmotische Saugung, d. h. durch die osmotische Anziehung einer auf der Oberfläche des Nectariums befindlichen Flüssigkeit. Bringt man auf die Oberfläche einer in Wasser gequollenen, in

feuchter Atmosphäre befindlichen thierischen Membran oder auf die (spaltöffnungsfreie) Oberseite der Blätter von Ilex, Buxus u. drgl. Stückchen befeuchteten Zuckers oder kleine Tropfen Zucker- oder Salzlösung, so entsteht ein Wasserstrom vom Inneren zum Aeußeren der Membranen. Die Tröpfchen werden allmählich größer, bei Verhinderung der Verdunstung. Sogar durch die Korkschale von Kartoffeln läßt sich dieselbe Strömung mit Hülfe aufgesetzter Zuckertröpfchen hervorrufen.

Dieselbe Art osmotischer Wirksamkeit verwendet Verf. zur Erklärung der Nectarausscheidungen. Wird aus Nectarien, z. B. von Fritillaria imperialis, der Nectar mit einer Pipette vorsichtig beseitigt, so erscheint solcher in feuchter Atmosphäre bald wieder, es läßt sich dies, allerdings unter Verlangsamung der Ausscheidung, mehrmals wiederholen. Werden aber die Nectarien mit Wasser abgewaschen und dann getrocknet, so genügt öfter schon einmaliges, manchmal mehrmaliges Abwaschen, um die Nectarabsonderung aufzuheben. Solche Nectarien bleiben auch bei den günstigsten Bedingungen weiterhin trocken. Bringt man auf solche Nectarien kleine Stückchen befeuchteten Zuckers oder Syruptröpfchen, so erscheint wieder Flüssigkeit und nach einigen Stunden besitzen die Nectarien wieder das gewöhnliche Aussehen, indem sie einen großen Tropfen klarer Flüssigkeit tragen. Durch Abwaschen läßt sich auch diese Sekretion wieder aufheben. — Voraussetzung einer in dieser Weise vor sich gehenden Ausscheidung ist demnach das Vorhandensein einer geeigneten Flüssigkeit auf der Oberfläche des Nectariums. Wie diese dahin kommt, ist nicht in allen Fällen klar. Manchmal werden die oberen Schichten der Epidermiszellwände desorganisirt, es entsteht so eine Flüssigkeit, welche schließlich das Platzen der Cuticula bewirkt. Möglicher Weise wird diese Flüssigkeit auf die Oberfläche in manchen Fällen ausgeschieden. Bei Nectarien mit Cuticula könnte sich der angedeutete Proceß mehrfach wiederholen, aber wie es in Fällen ist, in denen die Cuticula ganz fehlt, bedarf noch der Aufklärung.

Die Ausscheidung aus den Nectarien steht in keiner direkten Beziehung zur Wasserzufuhr oder der Verdunstung aus den Blättern. Die Nectarien können thätig sein, auch wenn die Wasserzufuhr weit unterhalb der zum Wachsthum nöthigen Grenze steht, und sogar noch, wenn die Zellen ihre Turgescenz verlieren. Die Nectarien an den Blättern von Prunus laurocerasus fuhren fort, Nectar abzusondern in trockener Zimmerluft ohne Wasserzufuhr, bis die betreffenden Zweige mehr als ein Viertel an Gewicht verloren hatten, im Falle sie vorher in feuchter Atmosphäre bis zum Beginn der Sekretion zugebracht hatten. — Die durch Auswaschen unterbrochene Sekretion kann durch Einpressen von Wasser in die Stengel nicht wieder hergestellt werden.

Wenn nun auch die Ausscheidung in keiner direkten Beziehung zur Wasserzufuhr steht, so steht doch der Beginn der Sekretion damit in engerem Zusammenhang. Dies zeigte sich bei der erwähnten Prunus-Art, an deren Blättern die Ausscheidung aus den bei Beginn des Versuchs noch inaktiven Nektarien bei Einpressung von Wasser zuerst begann, bei gänzlichem Unterbleiben von Wasserzufuhr nur in spurenhafter Andeutung eintrat. Die Nektarien der Stipeln von Vicia faba, der Blätter von Acacia lophantha secernirten nicht bei in ungewöhnlich trocken gehaltenen Töpfen wachsenden Pflanzen.

Hatte die Ausscheidung begonnen, so übte die Temperatur wenig Einfluß. Es wurden 6 Kartoffelknollen angeschnitten, auf der Schnittfläche runde Löcher gemacht und in diese kleine Tropfen 20procentiger Zuckerlösung gebracht. Zur Hälfte befanden sie sich bei 20°, zur Hälfte bei 1°. Die Löcher füllten sich mit Flüssigkeit, mit sehr wenig merkbarer Differenz zu Gunsten der wärmeren Hälfte. Die Nectarien der Blätter von Prunus laurocerasus, Vicia faba, Acacia lophantha zeigten bei 18 bis 20° und 1 bis 5° Ausscheidung, ein wenig stärker im wärmeren Raum. Wurden Zweige von Pr. laurocerasus vor Beginn der Ausscheidung bei 2,5 bis 7° gehalten, so unterblieb die Ausscheidung überhaupt, sie stellte sich erst bei 13,2° ein. Dies wird so erklärt, daß erst bei dieser Temperatur die entsprechende Metamorphose der Zellwandschichten und das Bersten der Cuticula eintrete.

Die Resultate bezüglich des Lichteinflusses waren verschieden. Die Nectarien der Blüthen von Fritillaria und Helleborus, dann der Blätter von Pr. laurocerasus secernirten im Licht und Dunkeln ohne Unterschied; jene von Eranthis hiemalis nur im Sonnenlichte beträchtlich, im diffusen Lichte fast gar nicht. Auch bei den Blättern von A. lophantha geschah die Ausscheidung reichlich in der Sonne, im diffusen Lichte in 1 bis 2 Tagen erlöschend. Die Nectarien der Nebenblätter von V. faba begannen in an der Sonne herangewachsenen Blättern frühzeitig zu secerniren, während Pflanzen im diffusen Lichte keinen Nectar producirten. Dagegen in die Sonne gestellt, begann die Sekretion dieser Pflanzen manchmal schon am ersten, immer am zweiten Tage. Ganz etiolirte Pflanzen bildeten die Nectarien aus, erzeugten aber nie Nectar, was sie nach 2- bis 3tägigem Aufenthalt in der Sonne thaten. Werden in der Sonne gestandene Pflanzen mit thätigen Nectarien, nach Abtrocknen derselben, ins diffuse Licht gestellt, so erlischt die Ausscheidung, in die Sonne zurückgebracht, beginnt sie wieder nach einigen Stunden. Diese Wirkung der Sonne hat mit Assimilation Nichts zu thun, weil sie auch in kohlensäurefreier Luft eintritt.

Unter gewissen Bedingungen wird der Netcar wieder vom Nectarium absorbirt. Pflanzen von V. faba, welche vorher im Sonnenlichte stark secernirt hatten, deren Nectarien zur Zeit große Tropfen trugen, wurden in diffuses Licht gebracht. Am folgenden Tage waren die Tropfen, ohne einen Rückstand zu lassen, verschwunden. Die näheren Vorgänge bei dieser Absorption sind unbekannt. *C. K.*

***C. Hilburg.* Ueber Turgescenzänderungen in den Zellen der Bewegungsgelenke.** Ibid. pag. 23 bis 52.

Eine Anwendung der von *de Vries* ausgebildeten Methode der Plasmolysirung[1]) turgescenter Zellen auf die Turgescenzänderungen, welche nach *Pfeffer*[2]) Ursache der periodischen Bewegungen mit solchen Gelenken versehener Blattorgane sind, und zwar sollen nach *Pfeffer* hiebei ganz beträchtliche, wahrscheinlich auf Aenderungen des vom Zellinhalt gegen die Wandungen ausgeübten Drucks beruhende Schwankungen der Expansionskraft stattfinden, jedenfalls groß genug, um, im Falle selbe durch Turgoränderungen zu Stande kommen, in beträchtlichen Verschiedenheiten des Concentrationsgrades der zur Plasmolysirung erforderlichen Lösungen

[1]) Vergl. hierüber diese Zeitschrift Bd. I. pag. 243.

[2]) *W. Pfeffer*, Die periodischen Bewegungen der Blattorgane.

sich bemerkbar machen zu können. Aber die Versuche ergaben im Gegentheil, daß der mittelst der Plasmolyse gemessene Turgor in den Gelenkzellen für Tag- und Nachtstellung der Blätter derselbe war oder wenigstens keine merkliche Differenz ergab. Verf. erörtert, daß hieraus nicht geschlossen werden dürfe, bei den Expansionsschwankungen während der periodischen Bewegungen sei der Turgor nicht betheiligt, vielmehr könne die angewandte Methode keine Entscheidung hierüber liefern, weil dies voraussetze, daß die im lebenden Verbande bestimmenden Ursachen beim Isoliren die nämlichen bleiben, was nach verschiedenen Momenten nicht unbedingt der Fall sei[1]), mögen die eine Turgorvariation auslösenden Reize diese oder jene sein. Fände man mit Hülfe der Plasmolyse positive Resultate, so sei freilich anzunehmen, daß Turgorschwankungen vorhanden seien, aber aus negativen Resultaten sei nicht ohne Weiteres das Gegentheil zu schließen. Warum freilich Turgorschwankungen nur im lebenden Verbande des Ganzen möglich seien, müsse erst noch untersucht werden. — Anders gestaltet sich die Sache, wenn in den Bewegungsgelenken heliotropische und geotropische Krümmungen veranlaßt werden. Hiebei läßt sich eine Verschiedenheit im Turgor durch Plasmolyse nachweisen. Diese Versuche sprechen für die Ansicht von *Wiesner*[2]), daß beim Heliotropismus (und Geotropismus) auf irgend eine Weise der Turgor in den Zellen gesteigert wird. Aus den Thatsachen, daß die durch Heliotropismus und Geotropismus hervorgerufenen Aenderungen der Expansionskraft fixirbar sind, die periodischen aber nicht, würde eine Verschiedenheit beider von einander folgen, hiemit eine andere Wirkung einseitiger Beleuchtung als allseitiger Helligkeitsschwankung, welch letztere Ursache der täglichen Bewegungen ist.

Zu erwähnen sind schließlich noch folgende, noch einer näheren Aufklärung bedürftige Ergebnisse der plasmolytischen Untersuchungen: Werden Schnitte von Bohnengelenken in Wasser gebracht, so zeigt sich, wenn nach einer gewissen Zeit plasmolysirt wird, daß eine Senkung des Turgors der Parenchymzellen eingetreten ist. Diese Eigenthümlichkeit besitzen mehr oder weniger nur die Gelenkzellen, mögen sie im Lichte oder im Dunkeln gewesen sein, bei anderen Gewebszellen der nämlichen Pflanze kommt sie nicht oder nur andeutungsweise vor. Zellen von heliotropisch und geotropisch gekrümmten Gelenken erleiden gleichfalls Turgorverminderung nach genügend langem Aufenthalt in Wasser. — Bringt man die Zellen zunächst in sehr verdünnte Salpeterlösungen, etwa bis 0,5 %, so ist der Erfolg der nämliche, als befänden sie sich in reinem Wasser, d. h. der Turgor sinkt; bringt man sie aber vor der Einwirkung reinen Wassers in Salpeterlösungen von genügender Concentration, von 1 bis 1½ % an, oder in Lösungen von Kochsalz, schwefelsaurem Kali, Natronsalpeter, so tritt nach nachheriger Wassereinwirkung keine Senkung des Turgors ein. Der in Wasser einmal gesunkene Turgor erreicht durch darauffolgenden Aufenthalt in Salpeter seine alte Höhe nicht wieder. — Zuckerlösungen bis zu ca. 5 % verhalten sich wie Wasser; in solchen von 5 % an sinkt der Turgor der Zellen, wie der Vergleich gegen Salpeter zeigt,

[1]) Daß die Ergebnisse der Plasmolyse nicht ohne Weiteres auf die Druckverhältnisse rückzuschließen gestatten, hat auch bereits Ref. (Flora 1879. pag. 32) hervorgehoben.

[2]) Vergl. diese Zeitschrift Bd. IV. pag. 65.

jedoch nicht in dem Maße wie in Wasser. Einwirkung von Zuckerlösungen, selbst bis zu 20 %, verhindert bei nachherigem Wasserzutritt die Senkung des Turgors nicht (Unterschied von der Wirkung genügend concentrirter Salpeterlösung). — Auch ganze, in Wasser gelegte Gelenkhälften ergeben Senkung des Turgors.

C. K.

H. Ambronn. **Ueber die Entwickelungsgeschichte und die mechanischen Eigenschaften des Collenchyms.** Ein Beitrag zur Kenntniß des mechanischen Gewebesystems. Jahrbücher für wissenschaftl. Botanik. Herausgeg. von *N. Pringsheim.* Bd. XII. Heft 4. pag. 473—541.

Wir berichten blos über den Abschnitt, welcher von den mechanischen Eigenschaften und Leistungen des Collenchyms handelt. Die Versuche des Verfassers handeln: ***1. Von der absoluten Festigkeit des Collenchyms*** (Versuche über das Verhalten durch Belastung gedehnter Collenchymstränge). Dieselben ergaben, daß die Collenchymzellen in Betreff ihrer absoluten Festigkeit den ächten Bastzellen nur wenig nachstehen, von ihnen aber in einem sehr wesentlichen Punkte verschieden sind. Während nämlich bei den Bastzellen die Elastizitätsgrenze mit der absoluten Festigkeit ungefähr zusammenfällt, wird beim Collenchym die erstere schon bei verhältnißmäßig geringer Belastung überschritten, die letztere erst dann, wenn diese Belastung um das 4—5fache verstärkt worden ist. Das Collenchym besitzt also eine größere Geschmeidigkeit als der Bast. ***2. Von den Spannungen, welchen das Collenchym in turgescenten Internodien ausgesetzt ist*** (Versuche über die Längenänderung durch Herbeiführung der Plasmolyse, durch Ablösung der Collenchymstränge, durch Einlegen in Wasser u. s. w.). Geschlossen wird, daß sich das Collenchym in turgescenten Pflanzentheilen stets im ausgedehnten Zustande befindet, und daß die hiedurch hervorgerufene Ausdehnung ungefähr zwischen 2 bis 4 % beträgt. Diese Spannung des Collenchyms wird nicht durch den Turgor der Collenchymzellen selbst, sondern durch den der übrigen Gewebeelemente hervorgerufen. Um den Betrag dieser Spannung kennen zu lernen, wurde (für junge Internodien von Fœniculum officinale) die Verkürzung der abgetrennten Collenchymstränge, die Verlängerung des inneren Cylinders der Internodien bestimmt, dann das Gewicht, welches nöthig war, um die Collenchymstränge wieder auf die alte Länge auszudehnen. Das erforderliche Gewicht entsprach einer Belastung von ungefähr 3 bis 4 Kilo pro qmm. Aus diesen Werthen der Belastung wird dann rückwärts auf den in stark turgescenten Pflanzentheilen (von Fœniculum) herrschenden hydrostatischen Druck geschlossen. Es berechnete sich ein Druck von ca. 10 Atmosphären.

Als Function der Collenchymelemente, welche als spezifisch mechanische Zellen betrachtet werden, ergiebt sich, daß dieselben zufolge ihrer mechanischen Eigenschaften dem intercalaren Wachsthum turgescenter Internodien und Blattstiele die nöthige Stütze gewähren, wozu sie zufolge ihrer großen absoluten Festigkeit befähigt sind, ohne aber bei ihrer Geschmeidigkeit dem Längenwachsthum hinderlich zu werden. Bei ächten Bastzellen ist letzteres in Folge ihres großen Elastizitätsmoduls nicht möglich, in älteren, ächte Bastzellen enthaltenden Internodien findet kein Längenwachsthum mehr statt. — Das eigene Längenwachsthum des Collenchyms sei eine Folge jener durch den Turgor der übrigen Gewebeparthien hervorgerufenen Ausdehnung, wie wohl kaum bezweifelt werden könne.

(Ref. möchte dies aber auf Grund eigener Untersuchungen, Säftedruck betreffend, in dieser Allgemeinheit gar sehr bezweifeln, ebenso aber auch hervorheben, daß die bei den Versuchen angezogenen Gesichtspunkte zur Feststellung der Function des Collenchyms lange nicht ausreichen. In Wirklichkeit ist unzweifelhaft die Sachlage sehr viel complizirter, als es nach obigen Ausführungen scheinen möchte.)

C. K.

A. Zimmermann. **Ueber mechanische Einrichtungen zur Verbreitung der Samen und Früchte mit besonderer Berücksichtigung der Torsionserscheinungen.** Ibid. pag. 542 bis 577. Mit 3 Tafeln.

1. Torsion der Gramineengrannen (bei Wechsel im Feuchtigkeitsgrade eintretende, hygroskopische Erscheinungen). Nach Beobachtungen an den Grannen verschiedener Avena-Arten und von Stipa pennata hat die Drehung ihren Sitz in den einzelnen, stark verdickten Zellen (den Elementen des Stereoms der Grannen), woraus die zunächst activen Theile der Grannen zum größten Theil bestehen. Die mechanischen, das Stereom der Säulchen (d. h. der unteren, tordirenden Theile der geknieten Grannen) bei Avena zusammensetzenden Elemente sind ungleichartig: die äußersten Zellen sind prosenchymatisch, die Anordnung der ihre Membranen aufbauenden Micelle ist linksläufigspiralig, die inneren Zellen haben horizontale oder ganz wenig geneigte Querwände, die Micellarreihen bilden mehr oder weniger zur Horizontalen geneigte Ringe, welche, von der Mitte der Säule aus gesehen, von rechts unten nach links oben aufsteigen. Die eigentliche drehende Kraft liegt lediglich in den äußeren Zellen, deren Micellarreihen spiralig verlaufen; die anderen (inneren) mechanischen Zellen besitzen kein actives Torsionsbestreben, sie wirken nur durch ihre starke Contraction beim Austrocknen verstärkend auf die Drehung ein. Dementsprechend drehen sich die äußeren Zellen in feinsten Längsschnitten beim Austrocknen nach links, beim Befeuchten sich wieder geradestreckend; bei Einwirkung genügender Quellungsmittel geht die gerade Stellung des feuchten Zustandes in eine Rechtsdrehung über. Die inneren Zellen dagegen zeigen unter den nämlichen Umständen in feinsten Längsschnitten keinerlei Drehung, wie solche überhaupt bei ringförmig verlaufenden Micellarreihen nicht erwartet werden kann. Dagegen beim Austrocknen zeigen sie sehr starke Verkürzung. So sind die Verhältnisse bei A. sterilis und A. brevis. Bei A. elatior (Arrhenatherum elatius) dagegen fehlen die Zellen mit ringförmigen Micellarreihen gänzlich, sie sind durch solche mit spiraligem Verlaufe ersetzt. Die Grannen von Stipa verhalten sich wieder wie jene von A. sterilis, nur daß in den äußeren Zellen die spiralige Anordnung der Micelle schwieriger zu erkennen ist.

Zur Gewinnung einer mechanischen Erklärung des Torsionsbestrebens der in ihren Eigenthümlichkeiten oben beschriebenen mechanischen Zellen stellte Verf. eine mathematische Untersuchung an, in der er zunächst von der Quellung eines unendlich dünngedachten Hohlcylinders, in welchem die Micelle zwei sich kreuzende, in Spiralen (richtiger Schraubenlinien) verlaufende Reihen bilden, als einfachstem Fall ausging; daran schloß sich die Betrachtung der Quellung eines Cylinders von endlicher Dicke, in welchem auch radiale Spannungen bei dem Drehungsbestreben und der Art der Drehung sich geltend machen. Bei einem Hohlcylinder ersterer Art bewirkt die Quellung im Allgemeinen eine Drehung in Richtung der stärksten

Quellung; bei einem nicht unendlich dünnen Cylinder bewirkt die radiale Quellung, wenn sie die stärkste ist, in den äußeren Schichten eine Drehung in der Richtung der geringeren Festigkeit, in den inneren eine solche in entgegengesetzter Richtung. Als Anwendung ergiebt sich hieraus, daß eine Zelle mit links schiefer Spirale der Streifungen und Poren sich bei der Quellung wahrscheinlich deshalb nach rechts, beim Austrocknen nach links dreht, weil einerseits die Quellung senkrecht zu diesen Streifen die stärkere, andererseits die Festigkeit in Richtung der Micellarstreifen die größere ist. Das Torsionsbestreben einer einzelnen spiralig gestreiften Zelle ist demnach eine Folge ungleicher Quellungsintensität und ungleicher Festigkeit in der Richtung der beiden Micellarreihensysteme, die Drehungsrichtung wird bestimmt durch die Vertheilung dieser beiden Factoren.

2. Torsion der Papilionaceenhülsen sc. jener, welche sich zur Reifezeit beim Austrocknen schraubenförmig aufdrehen. Die Torsionswirkung geht hier der Hauptsache nach aus von der in der Hülsenwandung verlaufenden Hartschicht, deren dickwandige prosenchymatische Zellen schief zur Längsaxe der Hülsen verlaufen. Sie beruht aber nicht auf einem activen Torsionsbestreben einzelner Zellen dieser Hartschicht (parallel der Hartschicht geführte Schnitte zeigen keine Drehung, auch drehen sich die beiden Klappen einer Hülse entgegengesetzt), sondern auf mit anatomischen Differenzen Hand in Hand gehender verschieden starker Quellbarkeit resp. Contraction der äußeren und inneren Hartschichtzellen: die inneren contrahiren sich in der Quere sehr viel stärker als die äußeren, was zu einer Drehung der Klappe führt, deren Axe dem Verlauf der Hartschichtzellen parallel ist.

3. Krümmung und Torsion der Geraniaceen-Grannen (d. h. der Theilfruchtschwänze). Bei den (sich in einer Ebene aufrollenden) Grannen von Geranium beruht dies darauf, daß sich die äußeren mechanischen Zellen beim Austrocknen sehr viel stärker in der Längsrichtung contrahiren als die inneren, ein Unterschied, der sich auch in Verschiedenheit von Gestalt und Richtung der Poren bei äußeren und inneren Zellen äußert. Bei der Gattung Pelargonium, wo sich die Grannen (ähnlich wie bei Erodium, wo aber der Mechanismus ein anderer ist) beim Austrocknen im unteren Theil schraubig drehen, sind die Verhältnisse complizirter. Es bewirkt die äußere stark entwickelte Epidermis durch starke Contraction die Krümmung, welche durch das Torsionsbestreben der inneren mechanischen Zellen schraubenförmig wird. Nach Ablösung der Epidermis bleibt die Drehung der Richtung nach unverändert, die Stärke der Krümmung aber ist bedeutend vermindert.

4. Fortschleudern der Oxalis-Samen. Diese Samen sind von einer durchsichtigen aus 4—5 Lagen bestehenden Außenschicht umgeben, welche aufplatzt, innerseits convex wird und bei der Schnelligkeit und Kraft der Zurückrollung den Samen fortschleudert. Da sich dies Spiel auch nach Aufhebung der Turgescenz vollzieht, kann es nicht auf Turgescenzverschiedenheiten der äußeren und inneren Zellen dieser Schichte beruhen. Verf. nimmt an, daß die Triebfeder in der Quellung der (stark quellbaren) Membran wenigstens der Hauptsache nach zu suchen ist, glaubt auch den Widerstand gegen die

Ausdehnung nicht in den äußeren Zellen, sondern in der äußersten, ziemlich dicken Membran gefunden zu haben. *C. K.*

***Fr. Schwarz.* Der Einfluß der Schwerkraft auf das Längenwachsthum der Pflanzen.** Unters. aus d. bot. Institut zu Tübingen. Herausgegeben von *W. Pfeffer*. Bd. I. Heft 1. pag. 53 bis 96.

Bekanntlich wirkt die Schwerkraft sehr erheblich auf das Längenwachsthum von Stengeln und Wurzeln ein, wenn dieselben mehr oder weniger zum Horizonte geneigt sind. Sie erreichen durch Krümmungen eine Gleichgewichtslage, in der sie ohne Abweichung fortwachsen, die Wurzeln im allgemeinen abwärts, orthotrope Stengel aufwärts. Uebt nun aber die Schwere einen Einfluß auf das Längenwachsthum auch in dieser normalen Lage, wenn sie also bei orthotropen Organen parallel der Längsaxe wirkt, in den Wurzeln von der Basis zur Spitze, in den Stengeln umgekehrt? Die Untersuchung geschah nach der Methode der Ausschließung: es wurde geprüft, ob Vergrößerung oder Verminderung der Schwere einen Einfluß auf das Längenwachsthum im Ganzen oder einzelner Zonen der wachsenden Region übt. Zur Vergrößerung der wirkenden Kraft wurden die Organe einer Centrifugalkraft verschiedener Intensität ausgesetzt, zur Verminderung der Schwere bei horizontaler Lage um eine horizontale Axe gedreht. Die nähere Versuchsbeschreibung, die Erklärung der Apparate u. s. w. mag im Originale nachgesehen werden. Die Versuche mit Wurzeln von Vicia faba und Pisum sativum, mit hypocotylen Gliedern von Helianthus annuus, Lupinus luteus und Cucurbita pepo ergaben eine völlige Wirkungslosigkeit gesteigerter oder verminderter Schwere, mochte man vergleichen durchweg ruhende mit durchweg d. h. während des ganzen Versuchs gedrehten Individuen oder mochte man ein und dieselben Pflanzen abwechselnd ruhen und rotiren lassen und deren Wachsthum während der Zeit der Ruhe und der Drehung beobachten. — Hieraus zieht Verf. den Schluß, es sei die Schwere ohne Wirkung auf das Längenwachsthum, wenn sie in der normalen Richtung auf orthotrope Pflanzentheile einwirkt.

Anm. des Ref. Es ist zu bemerken, daß sich gegen die angewandte Ausschließungsmethode verschiedene erhebliche Einwendungen machen lassen. Es versteht sich nicht ohne Weiteres von selbst, daß aus der Unwirksamkeit der gesteigerten Kraft auf die Unwirksamkeit der einfachen Schwere geschlossen werden kann. Es könnte sehr wohl sein, daß die einfache Kraft noch wirkt, die gesteigerte nicht mehr oder sogar in entgegengesetzter Richtung. Allerdings hat Verf. durch besondere Versuche gezeigt, daß bei Centrifugalwirkung die krümmungauslösende Wirkung zunimmt: Lupinenkeimlinge krümmten sich noch gegen das Rotationscentrum, obwohl durch das Gewicht der Cotylen ein Zug von 8,68 gr ausgeübt wurde, ja selbst bei einer Mehrbelastung mit 5 gr trat diese Krümmung noch ein, während horizontalgelegte Keimlinge sich bei 5 gr Belastung langsamer, bei 10 gr nur mehr sehr unvollkommen aufrichteten. Aehnliches ergab sich bei Versuchen mit Fruchtträgern von Mucor. Aber die besagten Keimlinge rotirten bei zum Rotationsradius senkrechter Längsaxe, während der Effect in Richtung der Längsaxe ein ganz anderer sein kann. Die Versuche mit aufgehobener Schwerkraftswirkung (langsame Drehung um die Längsaxe bei horizontaler Lage) sind deshalb nicht entscheidend, weil hiedurch auch nur die Aufkrümmung, also einseitig stärkere Krümmung verhindert wurde, während die Möglichkeit nicht

ausgeschlossen ist, die successive Beeinflussung der einzelnen Seiten möchte gerade ausgereicht haben, auf das Längenwachsthum ebenso zu wirken, als wenn die Schwere in Richtung der Längsaxe thätig gewesen wäre. Eine Ventilation besonders der ersteren Einwendung wäre um so mehr angezeigt gewesen, da *N. J. C. Müller* bezüglich der Centrifugalwirkung auf das Wachsthum der Wurzeln abweichende Resultate erhalten hat. *C. K.*

A. F. W. Schimper. **Untersuchungen über das Wachsthum der Stärkekörner.** Botan. Zeitung 1881. Nr. 12 bis 14. Mit einer Tafel.

Bekanntlich hat sich die von *Nägeli* begründete Anschauung allgemeine Anerkennung veschafft, daß das Wachsthum der Stärkekörner auf dem Wege der Intussusception stattfinde. Die Differenzirung der Stärkekörner in Stellen ungleichen Wassergehalts bei anfänglicher Dichtheit, die Vertheilung des Wassers in den inneren und äußeren Regionen, die Entstehung und Ausbildung halbzusammengesetzter Körner und anderweitige Umstände konnten unter Voraussetzung der Intussusception in befriedigender Weise erklärt werden, während ein Wachsthum durch Apposition ausgeschlossen schien. Gestützt auf einige Beobachtungen unternimmt es Verf., diese herrschende Anschauung zu bekämpfen und das Wachsthum durch Apposition als den richtigeren Fall zu vertreten.

Die Beobachtungen, auf welche sich Verf. stützt, sind folgende. In gewissen, späterhin Reservestärke ablagernden Zellen besitzen die Stärkekörner, welche vor Beginn der eigentlichen Stärkeablagerung in den noch im Wachsthum begriffenen Organen auftreten, gewisse Structureigenthümlichkeiten: in den untersuchten Fällen waren sie meist tafelförmig, unregelmäßig gelappt, bisweilen durchlöchert, auf den breiten Seiten uneben, kurz ähnlich den in Auflösung begriffenen Stärkekörnern keimender Samen in einer auffälligen Weise contourirt. Wenn nun mit Aufhören oder Verlangsamung des Wachsthums der betreffenden Organe die Bildung definitiver Stärke überhand nimmt, vergrößern sich diese Stärkekörner. Hiebei bleibt ihre Form erhalten, die sich niederschlagende Stärkesubstanz lagert sich auf der Oberfläche der ursprünglichen Körner ab, es entstehen Schichten um diese corrodirten Körner, und man erkennt auch in den ausgewachsenen Stärkekörnern in der Mitte diese ursprünglichen Kerne. „Es kann keinem Zweifel unterliegen, daß die inneren Theile nicht, wie *Nägeli* annimmt, die jüngsten, die äußeren die ältesten sind, sondern daß das Gegentheil der Fall ist. Das Wachsthum der Stärkekörner geschieht durch Auflagerung von Außen". Die beschriebene Beobachtung ist gemacht an den reifenden Cotyledonen von Dolichos, Lablab, Vicia faba, Phaseolus, dann am Markparenchym von Cereus spinosissimus. — Von diesen Beobachtungen resp. dem daraus gezogenen Schluß eines Wachsthums durch Apposition ausgehend versucht nun Verf. jene Eigenschaften der Stärkekörner, welche als Beweise für Wachsthum durch Intussusception angesehen werden, an der Hand der Appositionstheorie zu erklären. ***1. Die Differenzirung in Stellen ungleichen Wassergehalts*** (wobei die äußerste Schichte stets eine dichte ist). Als successive Entwickelungsstadien der Ausbildung der Stärkekörner ergaben sich folgende: Zuerst erscheint ein wasserarmes stark lichtbrechendes Körperchen; dasselbe differenzirt sich in einen centralen, wasserreichen Kern und eine peripherische dichte Schichte, weiter ist der Kern von drei Schichten umgeben, deren mittlere stets eine wasserreiche ist; fernerhin

nimmt die Zahl der Schichten zu, der Wassergehalt der inneren Theile vermehrt sich. Wie *Nägeli* geht auch Verf. zur Erklärung dieser Entwickelungsstadien von Schichtenspannungen aus. Dieselben beruhen nach der Intussusceptionstheorie darauf, daß die in ein Stärkekorn von Außen eindringende Nährflüssigkeit neue Theilchen zunächst in Richtung der Fläche als der Richtung geringsten Widerstandes einlagert. Da in Folge dessen das Tangentialwachsthum über das radiale überwiegt, müssen die successiven Schichten in Spannungen gerathen, die Tangentialkraft wird zur Radialkraft, die Molekularschichten streben sich von einander zu trennen, nach der Berechnung um so mehr, je näher sie dem Schichtencentrum sich befinden. Die Spannungsdifferenzen müssen um so größer sein, da die eindringende Nährlösung die äußeren Schichten zunächst auch stärker ernährt als die inneren. Verf. giebt das Stattfinden dieser Schichtenspannungen zu, führt sie aber zurück auf ungleiche Einlagerung von Wasser = statt Stärkemolekeln. Er geht hiebei von der Beobachtung aus, daß mechanische Eingriffe das Aufquellen der Stärkekörner zur Folge haben, daß „mechanische Eingriffe im Stande sind, den wasserarmen Theilen des Stärkekorns die Eigenschaften, welche für die wasserreichen charakteristisch sind, d. h. größeren Wassergehalt und geringere Lichtbrechung, zu ertheilen. . . Die Einlagerung von Wasser ist aber nicht in allen Richtungen dieselbe, vielmehr parallel der Schichtung viel größer als senkrecht hiezu . . . Die Bevorzugung der tangentialen Richtungen gegenüber den radialen in Bezug auf Wassereinlagerung verursacht natürlich Spannungen. Würde das Stärkekorn aus löslichen Molekularschichten bestehen, so würden sich dieselben beim Aufquellen des Korns von einander trennen; da aber in Wirklichkeit die Schichten fest aneinander adhäriren, so ist jede Molekülschicht in Bezug auf die nächst innere positiv, in Bezug auf die nächst äußere negativ gespannt." Diese Spannungen führen nach Verf. zur Entstehung aufquellender, also wasserreicherer Schichten, auch zur Bildung eines wasserreichen Kerns da, wo die Wirkung der Spannungen am meisten zur Geltung kommt. Auch der größere Wassergehalt der durch die peripherischen Theile gedehnten inneren Theile überhaupt wird nach diesem Principe erklärt. ***2. Das ungleiche Wachsthum vieler Stärkekörner nach verschiedenen Richtungen.*** Verf. erinnert hier an die Ergebnisse seiner früheren Arbeit[1]), denen zufolge die Form der Stärkekörner von der Art der Ernährung resp. den Beziehungen zu den Stärkebildnern abhängt: Die Körner werden centrisch, wenn sie von Stärke erzeugendem Plasma ringsumgeben sind, während excentrische an der Peripherie der Bildungscentren auftreten und am stärksten an den mit denselben in Contact stehenden Stellen wachsen. „Die Beziehungen zwischen dem Wachsthum des Stärkekorns und dem Zufluß der Mutterlauge sind demnach gerade solche, wie sie bei einem durch Apposition wachsenden Körper sein sollen." ***3. Der Wachsthumsmodus halb und ganz zusammengesetzter Körper.*** Verfasser erklärt deren Entstehung durch Verwachsung von Stärkekörnchen, welche nahe bei einander an demselben Stärkebildner[1]) aufgetreten waren und späterhin von gemeinschaftlichen Schichten überlagert werden oder überhaupt früher oder später bei genäherter Stellung auf demselben Stärkebildner miteinander verwachsen — „Wir haben somit alle von *Nägeli* als Beweisgründe seiner Theorie

[1]) Vergl. das Ref. in Bd. IV. pag. 254 dieser Zeitschrift.

aufgeführten Erscheinungen einer näheren Untersuchung unterworfen und gesehen, daß sie sich alle ohne Annahme von Intussusceptionswachsthum in einfacher Weise erklären lassen... Wir können demnach nicht mehr den Stärkekörnern eine der des Protoplasmas ähnliche Molekularconstitution zuschreiben Unsere Aufgabe ist daher nun festzustellen, welcher Kategorie von Körpern die Stärkekörner anzureihen sind." Auf Grund der Cohäsions- und optischen Verhältnisse hält Verf. die Stärkekörner für radialfasrige, krystallinische Aggregate, also für Sphärokrystalle, die aber von gewöhnlichen Sphärokrystallen durch ihre Quellbarkeit verschieden seien; wir müssen die dieselben zusammensetzenden faserigen Krystalle daher als Krystalloide bezeichnen, indem wir unter diesem Namen alle quellbaren krystallinischen Körper vereinigen wollen. Es stellt sich somit als Ergebniß dieser Untersuchungen heraus, daß die Stärkekörner aus strahlig geordneten Krystalloiden bestehen und die Krytallisation der Stärkesubstanzen darstellen."

Anmerkung des Ref[1]. Wenn auch nicht zu verkennen ist, daß obige Untersuchungen verschiedenerlei werthvolles Material liefern und bei weiterer Verfolgung und eingehenderer Bearbeitung zu erheblichen Modifikationen der derzeitigen Anschauungen über das Wachsthum der Stärkekörner führen dürften, so ist doch anderseits nicht außer Acht zu lassen, daß die Schlüsse, welche Verf. aus seinen Beobachtungen gezogen hat, keineswegs zwingend sind, und daß die verhältnißmäßig wenig ausgedehnten Beobachtungen selbst zu einer zusammenfassenden Theorie des Wachsthums der Stärkekörner nicht berechtigen. Vor Allem müßten wir doch davon Kenntniß haben, in welcher Ausdehnung die Auflagerung neuer Substanz auf einem von vorneherein vorhandenen Stärkmehlkörper stattfindet, in welcher Beziehung diese Erscheinung namentlich zum Vorhandensein reichlicher Mengen von Nährlösung in einer Zelle steht. Denn nur bei Zellen, in welchen solche reichlich vertreten sein wird, ist die Beobachtung gemacht, und wir wissen damit noch nichts für die einschlägige Frage Befriedigendes über das Wachsthum der Anfänge der Stärkekörner, z. B. in den Chlorophyllkörpern[2], es fehlen auch Angaben über die anfängliche und spätere Beschaffenheit des ursprünglichen Stärkekörperchens, um welches die spätere Ablagerung stattgefunden hat. Abgesehen hievon aber enthält die Abhandlung auch keinen Umstand, welcher gegen die Annahme spräche, daß nicht vielleicht die um das primäre Körperchen sich ablagernden Schichten selbst durch Intussusception wachsen. Es könnte ja wohl das primäre Körperchen etwa durch Einwirkung lösender Fermente derartige Umänderungen erlitten haben, die es späterhin unfähig machen, den späteren Schichten gleichartig zu werden. Wenn es gelingt, auch ohne Zuhülfenahme der Intussusception die Eigenthümlichkeiten der Stärkekörner plausibel zu erklären, so ist das nur ein indirekter Stützpunkt, der unmöglich direkte Beob-

[1]) Obige kritische Bemerkungen, welche geraume Zeit vor der Kritik *Nägeli*'s selbst (siehe das folgende Ref.) niedergeschrieben wurden, könnten eigentlich unter Hinweis auf die sehr viel eingehenderen und gründlicheren Erörterungen des Autors der Intussusceptionstheorie in Wegfall kommen. Wenn dieselben gleichwohl zum Abdruck kamen, so geschah dies deshalb, weil aus ihrem Inhalte hervorgehen dürfte, daß die nämlichen Bedenklichkeiten ganz allgemein bei kritischer Ueberlegung sich aufdrängen, ein Beweis, daß die Darstellung *Nägeli*'s weit entfernt ist, der Ausfluß einer Voreingenommenheit zu sein. *C. K.*

[2]) Vergl. übrigens die Angaben *Frommann*'s, Bd. III. pag. 493 dieser Zeitschrift.

achtung ersetzen kann. Die genaue Ermittelung der Funktion der Stärkebildner bei Erzeugung der Stärkekörner erfordert doch noch nähere Untersuchung, und es scheint vorläufig schwer, die Entstehung der verschiedenen Stärkeformen an der Hand der der früheren Abhandlung beigegebenen Abbildungen blos auf dem Wege der Apposition (unter völligem Ausschluß der Intussusception) sich zurecht zu legen, wenn es auch sichergestellt scheint, daß die als Stärkebildner functionirenden Plasmatheile durch Ernährungsverhältnisse Einfluß üben auf die Form der Stärkekörner. Dies ist aber ebensogut möglich bei Wachsthum durch Intussusception. Dann muß es auch zweifelhaft erscheinen, ob der angezogene Satz der Wirkung mechanischer Eingriffe überhaupt hieher paßt. Es kann für die Berechtigung der vom Verfasser entwickelten Theorie nicht gleichgültig sein, auf welchen Vorgängen diese Aufquellung beruht, das Factum allein reicht nicht aus. Hierüber ist aber nichts bekannt, ebenso sind die Angaben über die erforderliche quantitative Tragweite der mechanischen Eingriffe ganz ungenügend, um als Basis zum Aufbau einer umfassenden Theorie dienen zu können. Die ganze Erörterung, wie bei Appositionswachsthum die Schichtenspannungen zu Stande kommen sollen, erscheint dem Referenten wenig plausibel, und er vermag auch nicht die Annahme eines sphärokrystallinischen Baues mit den Erscheinungen beim Aufquellen in Einklang zu bringen.

Diese und andere Bedenken müssen bei Verfolgung der Darlegungen des Verf. aufstoßen und, wie schon gesagt, die Berechtigung zu weitgehenden Schlüssen in Frage stellen. Der Cardinalpunkt der Entscheidung liegt immer in der Feststellung, welches denn eigentlich die Nährlösung der Stärke ist resp. welche Veränderungen dieselbe beim Uebergang in Bestandtheile der Stärkekörner erleidet, und ob deren Molekeln in die Zwischenräume der Stärkekörner eindringen können oder nicht. Hierüber ist aber zur Zeit keine bestimmte Angabe zu machen. *C. K.*

***C. v. Nägeli.* Das Wachsthum der Stärkekörner durch Intussusception.** Botanische Zeitung 1881. Nr. 40 u. 41.

A. F. W. Schimper hatte in wiederholten Mittheilungen[1]) über die Entstehung und das Wachsthum der Stärkekörner Beobachtungen beibringen zu können geglaubt, welche gegen die allgemein angenommene, von *Nägeli* begründete Theorie des Wachsthums durch Intussusception sprechen, vielmehr die ältere Theorie des Appositionswachsthums als die richtigere erscheinen lassen. Seit Abfassung des in diesem Hefte enthaltenen Referates über die zweite Mittheilung *Schimper*'s sind von *Nägeli* selbst in vorliegendem Aufsatze die von *Sch.* beigebrachten Thatsachen und theoretischen Entwickelungen einer eingehenden Kritik unterzogen worden, über deren wesentlichen Inhalt wir berichten wollen.

Wenn wir mit den von *Sch.* als mit der Intussusceptionstheorie unvereinbar hingestellten Thatsachen beginnen, nämlich daß den excentrisch gebauten Stärkekörnern auf der Seite der größten Wachsthumsfähigkeit ein Plasmakörper (Stärkebildner) aufgesetzt ist, daß weiter auf alten, corrodirten Körnern neue geschichtete Stärkemassen auftreten, so hebt *N.* hervor, daß, da es viele andere Thatsachen

[1]) *A. F. W. Schimper,* Untersuchungen über die Entstehung der Stärkekörner. Diese Zeitschrift Bd. IV. pag. 254. Untersuchungen über das Wachsthum der Stärkekörner. Ibid. pag. 425.

gebe, welche Intussusceptionswachsthum voraussetzen, man sich überlegen müsse, ob denn wirklich diese Thatsachen ohne Weiteres gegen Intussusceptionswachsthum sprechen. Dies sei aber nicht der Fall, da das Aufsitzen eines Plasmakörpers an einer bestimmten Stelle doch blos über die Richtung des Wachsthums, nicht aber über die Art desselben entscheiden könne. Uebrigens lasse sich über die physiologische Function der Stärkebildner noch keine sichere Vermuthung aufstellen, und daß dieselben die Rolle der Ernährer spielen, welche das Material für den Aufbau der Stärkekörner liefern, sei sehr unwahrscheinlich. Die Ernährungsflüssigkeit für die Stärkekörner sei sicher Glycose (Traubenzucker) oder auch Diglycose (Maltose), und es lasse sich nicht wohl annehmen, daß die von den Blättern in die Wurzeln oder Samen geführte Glycose sich in dem Stärkebildner ansammle, um von demselben an die Stärkekörner abgegeben zu werden, daß ferner die Zuckerlösung blos an der oft winzigen Stelle, wo das Stärkekorn von dem Stärkebildner berührt wird, eindringe u. s. w. Ansammlung einer kapillaren Schicht von Mutterlauge zwischen Stärkekorn und Plasma, wie das *Sch.* hinstellt, und dadurch Ernährung des Stärkekorns auch weiter vom Stärkebildner weg, sei eine Unmöglichkeit, weil sich unter den gegebenen Umständen keine solche Flüssigkeitsschichte bilden könne. Daß das spezifische Wachsthum der Stärkekörner durch die Stärkebildner nicht geregelt werde, sei auch daraus zu schließen, daß keine bestimmte Beziehung zwischen deren Gestalt und jener der Stärkekörner bestehe, wie es die Theorie von der maßgebenden Ernährung verlangen würde. — Was weiter die Auflagerung neuer Substanz auf die Oberfläche corrodirter Körner betrifft, so müsse man auch hier, angesichts anderer für die Intussusceptionstheorie sprechender Thatsachen, sich umsehen, ob denn zwingende Erwägungen vorlägen, welche diese Wachsthumsweise als in Widerspruch mit Intussusceptionswachsthum stehend aufzufassen nöthigten; dies sei aber nicht der Fall. Nach Aussehen und Beschaffenheit seien solche Körner jedenfalls in ihrer Micellarstruktur verändert, es sei begreiflich, wenn in denselben keine weitere Stärkebildung aus eindringender Zuckerlösung mehr stattfinden könne, sondern dieselbe als Neubildung auf der Oberfläche derselben beginne; es entstehe auf der Oberfläche ein neues, durch Intussusception wachsendes Korn.

Sch. hatte an die Vorführung obiger Thatsachen den Versuch geknüpft, alle zu Gunsten der Intussusceptionstheorie beigebrachten Thatsachen von der Apposition ausgehend zu erklären. Da aber nach Obigem die beigebrachten Grundgegenbeweise nicht stichhaltig sind, so zerfällt eigentlich die auf Apposition gestützte theoretische Deduction von selbst. Verf. zeigt aber speziell hinsichtlich derselben, daß sie unhaltbar und den Thatsachen widersprechend sind.

Die von *Sch.* zum Ersatz der Intussusception aufgestellte Theorie des Wachsthums der Stärkekörner besteht darin, daß in den Stärkekörnern in Folge stärkerer Einlagerung von Wassermolekeln parallel der Schichtung Schichtenspannungen entstehen, welche, analog gewissen mechanischen Eingriffen wirkend, die wasserarmen Theile des Stärkekorns aufquellen machen und ihnen so die Eigenschaft wasserreicherer Schichten verleihen, also die nämliche Differenzirung bewirken sollen, wie dies nach *N.* durch die als Folge von Intussusception entstehenden Schichtenspannungen geschieht. *Sch.* läßt diese Schichtenspannungen,

überhaupt die Grundlagen, auf denen die Intussusceptionstheorie aufgebaut ist, bestehen, ändert aber so viel als nöthig davon ab, um das ganze Wachsthum auf Apposition zurückführen zu können. Nach *N.* ist erstens die Voraussetzung, die nämlichen Spannungen könnten einfach durch Wassereinlagerung, als Folge verstärkter Einlagerung parallel der Schichtung gegenüber jener senkrecht hiezu, entstehen, unrichtig Aus der Entstehung radialer Risse in austrocknenden Stärkekörnern folgt allerdings, daß die Gesammtmenge des in tangentialen Richtungen in einem natürlich imbibirten (nicht künstlich zur Aufquellung gebrachten) Korn eingelagerten Wassers größer ist als in radialen, aber hieraus läßt sich kein Schluß hinsichtlich im imbibirten Korn statthabender Spannungen ziehen. Denn die Risse zeigen von während des Austrocknens herrschenden, aber nicht von vorher bestandenen Spannungen. Man könne sich sehr wohl eine aus concentrisch geordneten Micellen bestehende Kugel denken, die in jedem Punkte mehr Wasser in tangentialer als radialer Richtung enthält, ohne Vorhandensein der geringsten Spannung. Wenn man allerdings Stärkekörner künstlich zum Aufquellen bringt, so wird in tangentialer Richtung mehr Wasser aufgenommen, aber erst in späteren Stadien der Quellung (bei stark excentrischen Körnern), welche bei fortgeschrittener Desorganisation keinen Schluß mehr auf die ursprünglichen Verhältnisse zulassen; bei langsamer Einwirkung der Quellungsmittel ist die Wasseraufnahme radial stärker als tangential. Zweitens ist es undenkbar, daß auf dem Wege der Auflagerung und nachherigen tangentialstärkeren Wassereinlagerung Spannungen zu Stande kommen, welche die inneren Theile des Stärkekorns in ihrer Gesammtheit expandiren. Denn die Micelle der sich neu auflagernden Schichten (im Falle der Apposition) würden sich jedenfalls von vorneherein mit soviel Wasser umhüllen, als ihren anziehenden Molekularkräften entspricht; es ist unmöglich, daß sich zunächst eine trockene oder sehr wasserarme Schichte auflagere, welche sich erst nachher mit Wasser imbibire. Und selbst wenn dies möglich wäre, wäre es undenkbar, daß sich die Spannung in der vorausgesetzten Weise äußern könnte. Was drittens die Folgen des von *Sch.* angenommenen Zugs und ihre Bedeutung für die Entstehung wasserreicherer Schichten im Innern der Stärkekörner betrifft, so ist auch dieser Theil seiner Theorie ungerechtfertigt. *Schimper* unterscheidet nicht zwischen Imbibition = natürlicher Quellung und Aufquellung = künstlicher Quellung oder Verkleisterung. Mechanische Eingriffe der von *Sch.* angezogenen Art haben Aufquellung, also eine mit Desorganisation verbundene Verkleisterung, zur Folge, es müßten nach seiner Theorie die weichen Schichten und der Kern der Stärkekörner aus aufgequollener Masse bestehen, was aber nicht der Fall ist, wie aus dem Verhalten zum polarisirten Licht und zu Farbstoffen hervorgeht. Aber abgesehen hievon wäre der Zug, wie er beim Wachsthum der Stärkekörner entsteht, nicht im Stande, eine solche Desorganisation hervorzurufen. Einfacher Zug bewirkt Zerreißen, aber keine Veränderung der Substanz u. s. w. Wenn den negativen Spannungen, die in Folge des Wachsthumsprocesses im Innern des Stärkekorns entstehen, nicht durch Einlagerung von Substanz (nach der Intussusceptionstheorie), sondern durch Einlagerung von Wasser, wie *Sch.* will, Genüge geleistet würde, so könnten nicht ein weicher Kern und weiche Schichten sich bilden, sondern es müßte das Innere des Korns durch Risse zerklüftet werden.

Hiernach sind einmal die Thatsachen, welche *Schimper* gegen die Intussusceptionstheorie ins Feld geführt hat, nicht maßgebend, andererseits die theoretischen Entwickelungen, durch welche er die Intussusceptionstheorie unter Zugrundelegung der Appositionstheorie zu ersetzen sucht, unhaltbar, ebenso aber auch die Vorstellungen, welche *Sch.* zum Schluß bezüglich der Constitution der Stärkekörner darlegt. Dieselben sollen nämlich krystallinische, aus radialgestellten Krystallfasern bestehende Körper sein. Eine solche Annahme tritt aber in Widerspruch mit der eigenen, von *Sch.* entwickelten Theorie des Wachsthums der Stärkekörner, welche eine gleichmäßige Vertheilung der Micelle in der Fläche einer Schicht voraussetzt, eine Anordnung derselben in besonderen, den Querschnitten von radialen Fasern entsprechenden Gruppen aber ausschließt.

„Soll ich meine eigene Ueberzeugung betreffend das Wachsthum der Stärkekörner aussprechen, so ist mein Urtheil folgendes. . . Als sicher erachte ich, daß das Stärkekorn an seiner ganzen Oberfläche Nährlösung aufnimmt und daß das Wachsthum im Allgemeinen von der Oberfläche nach der Mitte hin zunimmt, — daß aber dieses Wachsthum durch innere und äußere Ursachen modifizirt wird und daß dadurch die zahlreichen Abänderungen in Größe, Gestalt, Schichtung, in Consistenz und in der sogen. chemischen Beschaffenheit hervorgebracht werden. Zu den inneren Ursachen rechne ich ausschließlich die jeweilige Configuration des ganzen Systems, d. h. die in jedem Zeitmoment erlangte Constitution bezüglich Anordnung, Größe und Gestalt der Stärkemicelle, sowie Anordnung und Menge der Wassermoleküle. Diese Constitution hat natürlich den hauptsächlichsten Einfluß auf die neue Einlagerung; sie entscheidet sich aber, was ihren allgemeinen Charakter betrifft, schon in den primordialen Stadien und wird hierdurch die Eigenthümlichkeit des Zellinhalts, vielleicht am meisten durch den Stärkebildner bedingt. Sie ist also ein Product äußerer Einflüsse, wie ja alle inneren Ursachen ursprünglich aus äußeren Ursachen hervorgegangen sind. Zu den äußeren Ursachen, welche neben den inneren in jedem Stadium des Wachsthums wirksam sind, gehört die chemische Beschaffenheit der Zellflüssigkeit, die in denselben thätigen Bewegungen und Umbildungen, die Temperatur und besonders die Beschaffenheit des das Stärkekorn umgebenden Plasmas mit Einschluß des Stärkebildners, welch letzterer vielleicht fortwährend einen Einfluß auf die Orientirung der ungleichen Radien des Stärkekorns ausübt." *C. K.*

***J. Eriksson.* Ueber Wärmebildung durch intramolekulare Athmung der Pflanzen.** Unters. aus dem bot. Institut zu Tübingen. Herausgegeben von *W. Pfeffer.* Bd. I. Heft I. pag. 105 bis 133.

Versuche mit Blüthenständen von Aroideen und Blüthen anderer Pflanzen, dann mit reifen Früchten, keimenden Samen und Hefezellen zur Entscheidung der Fragen, ob durch die intramolekulare Athmung der Pflanzen eine meßbare Wärmebildung stattfindet und wenn, wie lange dieselbe anhält. Die Versuchsobjecte befanden sich in einer Atmosphäre von Wasserstoff. — Als thatsächliche Ergebnisse lassen sich anführen: 1. Durch die intramolekulare Athmung der Gewebezellen höher organisirter Gewächse kommt eine schwache Erwärmung zu Stande. Beim Anhäufen einer 125 ccm großen Menge von Keimen, Blüthen oder Früchten erreicht diese Erwärmung 0,1 bis 0,3° C. 2. Bei den ohne Luftzutritt gährenden Hefezellen findet eine beträchtliche Wärmebildung statt. Bei der Vergährung

von 500 ccm einer Gährflüssigkeit, die aus 5 Th. Wasser und 1 Th. Hefemasse zusammengesetzt war und 10 Gew.-Proc. Zucker enthielt, erreichte diese Temperaturerhöhung ein Maximum von 3,9°. Bei Zutritt von freiem Sauerstoff ist die Wärmebildung einer Hefegährflüssigkeit dieselbe, wie beim Sauerstoffausschluß. 4. Die beträchtliche Temperaturerhöhung der gährenden Hefe in Vergleich zu den höheren Pflanzen fällt vermuthlich auf die stattfindenden ausgiebigen Umsetzungen der vergährenden Stoffe, es tritt die Frage auf, ob sich nicht bei möglichst vollständiger Unterdrückung der Gährung die Hefezellen rücksichtlich der Wärmebildung der Gewebezellen der höheren Pflanzen ähnlich verhalten. Da nach *Pasteur* die Hefezellen nach Zusatz von Milchzucker zum Hefenwasser und bei Ausschluß von Sauerstoff weder gähren, noch sich vermehren, bei Sauerstoffzutritt ohne Gährung wachsen, also bei dieser Ernährung den Gewebezellen höherer Pflanzen sich ähnlich verhalten, so wurden Temperaturbestimmungen unter solchen Bedingungen vorgenommen. Die mit Milchzucker versetzte Hefemasse wurde auf weißem Fließpapier dünn ausgebreitet, dies in kleine Stückchen geschnitten, jedes Stückchen zu einem Kügelchen zusammengerollt und so in den Apparat gebracht. Jetzt verhalten sich bei Abwesenheit von freiem Sauerstoff die Hefezellen hinsichtlich ihrer Wärmebildung ganz wie die Gewebezellen höher organisirter Gewächse. In einer Menge von 125 ccm erzeugten solche Kügelchen in einer Wasserstoffatmosphäre einen Wärmeüberschuß von 0,2°, der bei Luftzutritt erheblich stieg. 5. Die bei der intramolekularen Athmung stattfindende Wärmebildung kann bei Keimen und mit Milchzucker ernährten Hefezellen noch am zweiten bis siebenten Versuchstage verfolgt werden. Nach dieser Zeit hört aber mit der Schwächung der intramolekularen Athmung die Temperaturerhöhung vollständig auf, ohne daß damit das Leben schon ganz erloschen ist. *C. K.*

O. Loew und ***Th. Bokorny.*** **Ueber das Absterben pflanzlichen Plasmas unter verschiedenen Bedingungen.** *Pflüger*'s Archiv f. Physiologie. Bd. XXVI. Heft 1/2. pag. 50 bis 59.

In einer am nämlichen Orte (Bd. XXV. pag. 150) erschienenen Abhandlung hatten die Verfasser erörtert, daß es durch außerordentlich verdünnte alkalische Silberlösungen gelinge, lebendes und todtes Plasma zu unterscheiden, indem nur ersteres aus solchen Lösungen das Metall auszuscheiden vermag. Von dieser Reaktion ist in der vorliegenden Abhandlung Anwendung gemacht zu Studien über das unter verschiedenen Bedingungen erfolgende Absterben gewisser Algen (Spirogyra communis, decimina und condensata). Als Tödtungsarten wurden angewandt: 1. Aushungern durch Lichtentziehung. Von in Nährlösung befindlicher Sp. communis reagirten nach 5tägigem Aufenthalt im Dunkeln noch über 50 % der Fäden, indem sie Silber abschieden, auch am neunten Tage wirkten noch viele Zellen reducirend, erst am sechzehnten Tage sahen alle Zellen wie todt aus, doch reagirten noch manche, wenn auch in auf einzelne Punkte beschränktem Maße. 2. Austrocknen über concentrirter Schwefelsäure. Nur in sehr wenigen Zellen trat in vereinzelten inselartigen Portionen Silberausscheidung ein, wenn die Algen (Sp. condensata) 12 Stunden über der Schwefelsäure zugebracht hatten. Sp. Weberi reagirte nicht mehr. 3. Mechanische Einflüsse (heftiges Reiben in einem Mörser). Nur wenige Zellen reagirten, auch wenn an denselben keine Verletzung zu erkennen war, wahrscheinlich als Folge einer

Schwächung durch die erlittene Zerrung. 4. Höhere Temperatur. Nach kurzem Erwärmen mit Wasser auf 46° reagirten noch etwa 10 % der Zellen (Sp. condensata), bei 55° etwa noch 2 %, bei 60° nirgends Schwärzung. Jenseits 65° war jede Reagirfähigkeit verloren. 5. Anästhetiça. 1stündiges Verweilen in Aetherdunst beseitigt das Reductionsvermögen (Sp. condensata), fettreiche Zellen und manche Sporen ausgenommen. Während der Aetherwirkung tritt Zuckerbildung ein, da Aether auf ungeformte Fermente keinen Einfluß übt, diese daher ihre Thätigkeit fortsetzen und, bei Nichtverbrauch des Zuckers durch das gelähmte Plasma, Ansammlung von Zucker herbeiführen können. Außerdem wird bei diesen Algen nach längerer Zeit die Cellulose schleimig und beginnt sich zu verflüssigen, wofür gleichfalls Fermentwirkung als mögliche Ursache angedeutet wird. — Nach 12stündigem Aufenthalt in Chloroformwasser reagirten noch 5 % der Zellen; 2tägiges Liegen in Petroleum vernichtete alle Reaktionsfähigkeit, veranlaßte aber starke Zuckerbildung. Absoluter Alkohol schadet schon bei äußerst kurzer Einwirkung. 6. Erstickung. Zellen der Sp. condensata reducirten das Silbersalz nicht mehr, wenn sie, in etwas Wasser suspendirt, in einem Kolben, durch welchen anhaltend Kohlensäure geleitet wurde, 24 Stunden zugebracht hatten. 7. Säuren. Kurze Einwirkung von Salzsäuredunst auf äußerlich abgetrocknete Algen vernichtet deren Reductionsfähigkeit, dies thut auch ¼stündiger Aufenthalt in 1procentiger Citronensäurelösung, ja schon nach 5 Minuten Aufenthalt in 1procentiger oder 30 Minuten in 0,1procentiger Citronensäure reagirten nur noch etwa 5 % der Zellen.. 8. Alkalien. Die Resistenz gegen diese ist sehr groß. Nach 10 Minuten Aufenthalt in 1procentiger Kali- und Ammoniaklösung reagirten noch viele, nach einer Stunde immer noch einige Zellen. 9. Kochsalzlösung. 1stündiges Verweilen in 10procentiger Lösung zerstörte die meisten Zellen. 10. Metallgifte. Diese wirken langsam; nach zweistündiger Einwirkung 1procentiger Bleizucker- oder 12stündiger 0,1procentiger Lösung von arseniger Säure auf Sp. condensata reagirten noch viele Zellen, nach 12stündigem Aufenthalt in 1procentiger Zinkvitriollösung noch 10 % der Zellen. 11. Organische Gifte. Sehr schädlich sind Galläpfelgerbsäure, Gallussäure, Pyrogallol, Resorcin, Hydrochinon, welche schon in 1procentiger Lösung und bei mehrstündiger Einwirkung die Reaktionsfähigkeit vernichten. Ebenso 0,2procentige Salicylsäure und 1procentige Carbolsäure bei 1stündiger Einwirkung. Alkaloïde, essigsaures Strychnin und Chinin, sehr verdünnte Veratrinlösung verhinderten die Reaktion nicht, obwohl die Struktur des Plasmas gestört, das Plasma getödtet war, die Reaktionsfähigkeit verschwand erst nach Einwirkung 1procentiger Schwefelsäure. Die Verfasser nehmen hier eine besondere Todesart an, bei der durch die Anlagerung des Strychnins an die Molekeln des lebenden Plasmas eine mit der Störung der Struktur zugleich eintretende Verschiebung der Aldehydgruppen (solche betrachten die Verfasser als Ursache des Reductionsvermögens des lebenden Plasmas) des Plasmas verhindert werde. *C. K.*

***H. de Vries.* Sur les causes des mouvements auxotoniques des organs végétaux.** Arch. Néerlandaises. T. XV.

***Wittrock.* Die Bewegungen der Pflanzen.** Nach dem Schwedischen von *W. Kaiser.* Die Natur. Neue Folge VII. 1881. No. 44.

***N. J. G. Pringsheim.* Ueber die primären Wirkungen des Lichtes**

auf die Vegetation. Monatsbericht d. Akad. d. W. in Berlin. 16. Juni 1881. p. 504—535.

R. Sachsse. **Beiträge zur Kenntniß des Chlorophylls.** Nachtrag. Chem. Centralblatt. Dritte Folge. XII. 1881. No. 15 u. 16.

S. H. Vines. **Chlorophyll.** Nature. Vol. XXIII. 1881. No. 598. p. 561.

W. Carter. **Chlorophyll.** Ibid. No. 591. p. 388.

G. Kraus. **Ueber die Wasservertheilung in der Pflanze.** III. Die tägliche Schwellungsperiode der Pflanzen. Halle. 1881. *Niemeyer.*

H. Struve. **Ueber die Erscheinungen des künstlichen Thränens und der Wurzelbildung am Rebzweige.** Oesterr. Ungar. Wein- und Agrikulturztg. 1880. IX. No. 17.

E. Mer. **De l'hydrotropisme des racines.** Bull. Soc. bot. de France. T. XXVIII. 1881. No. 3.

A. Kunkel. **Electrische Untersuchung an pflanzlichen und thierischen Gebilden.** *Pflüger*'s Arch. f. Physiologie XXV. 1881. No. 7. 8.

M. Westermaier. **Beiträge zur Kenntniß des mechanischen Gewebesystems.** Monatber. d. Akad. d. W. in Berlin. Januar 1881. S. 61.

J. W. Moll. **Quelques observations concernant l'influence de la gelée sur les plautes toujours vertes.** Soc. holl. d. Sc. à Harlem. Arch. Néerlandaises. T. XV. 3. 4. 5. 1880.

III. Agrar-Meteorologie.

Ueber den Wasserverbrauch der Holzgewächse mit Beziehung auf die meteorologischen Factoren.

Von Dr. **Franz Ritt. v. Höhnel** in Wien.

Eine dritte Versuchsreihe [1]) mit forstlichen Holzgewächsen, die ich im Laufe der vorjährigen Vegetationsperiode im Mariabrunner Forstgarten unternommen habe, und mit welcher ich meine sich auf die Transpirationsgrößen der Holzgewächse beziehenden Untersuchungen als abgeschlossen betrachte, sowie einige kritische Bemerkungen über dieselben von *Wollny* [2]) in dieser Zeitschrift sind die Veranlassung zu folgenden Zeilen.

Der Zweck der im Jahre 1880 ausgeführten Transpirationsversuche war, nachdem die Hauptfragen als bereits durch die Versuche vom Jahre 1878 und 1879 als gelöst betrachtet werden konnten, in erster Linie der, festzustellen, ob die 1878 und 1879 gewonnenen Zahlen in der That als Minimal- und Maximalzahlen für die Transpirationsgrößen der forstlichen Holzgewächse gelten können, wie dies in meiner zweiten Mittheilung wahrscheinlich gemacht wurde, oder ob nicht vielleicht weitere Vegetationsperioden Zahlen ergeben, die auffallend von den bereits gewonnenen abweichen, und ferner weiteres Material an Zahlen zur Berechnung von Verhältnißzahlen zwischen den Transpirationsgrößen und den Evaporimeterangaben zu erhalten.

Die Versuche wurden in denselben Töpfen, zumeist mit demselben Pflanzenmateriale, soweit dasselbe gut überwintert hatte, und in ganz gleicher Art ausgeführt, wie dies schon 1879 seit 1. Juli geschah,

---

[1]) Siehe meine Arbeiten in den „Mittheil. a. d. forstl. Versuchswesen Oesterreichs" Bd. II., Heft I. pag. 47—90 und Bd. II., Heft III., ferner in dieser Zeitschrift Bd. II. Heft IV.

[2]) In der Abhandlung: X. Unters. u. d. Wasserverbrauchsmengen der landwirthschaftlichen Culturpflanzen etc., im IV. Bd. 1./2. Heft dieser Zeitschrift.

worüber meine beiden citirten Mittheilungen nachzusehen sind. Da es sich aber nur um Feststellung der Hauptzahlen handelte, so wurden die Pflanzen sammt den Begießungsflaschen nur zweimal, zu Anfang und Ende des sieben Monate, vom 1. April bis Ende Oktober dauernden Versuches gewogen. Sie blieben daher die ganze Vegetationszeit über mit ihren Töpfen im Sande eingesenkt stehen, so daß sie sich bezüglich der Bodentemperatur unter ganz natürlichen Verhältnissen befanden. Das Begießen konnte mit Hülfe der gewogenen Begießungsflaschen fast täglich und ganz nach Bedarf geschehen, und es wurde darauf geachtet, daß die Erde in den Töpfen immer nicht nur genügend, sondern ihrer Wasserkapacität entsprechend möglichst feucht sei, da es sich nicht wie in den Versuchen vom Jahre 1878 darum handelte, wie viel Wasser die Holzgewächse überhaupt nothwendig brauchen, sondern wie viel sie unter Umständen verbrauchen können.

Der Versuchssommer war zu diesem Behufe ein außerordentlich günstiger. Während 1879 die Regenhöhe vom 1. April bis Ende Oktober 594,4 mm betrug, war dieselbe in Mariabrunn 1880 nur 542,9 cm. Hiebei ist zu beachten, daß die 5 stärksten Regentage (5. und 9. Mai, 4., 12. und 13. August mit 48,8, 40,0, 52,0, 42,8 und 38,3 mm Regenhöhe) allein 221,9 mm Regen lieferten, so daß von diesen 5 Tagen abgesehen, die Regenmenge nur 321 mm betrug, während, wenn man pro 1879 die 5 stärksten Regentage (4., 10. und 11. Mai und 10. und 19. Juli mit 35,7, 27,6, 24,8, 22,5 und 24,8 mm) mit 135,4 mm in Abrechnung bringt, die restirende sich mehr gleichmäßig vertheilende und daher hauptsächlich die Transpirationsgröße beeinflussende Regenmenge noch 459 mm beträgt, fast anderthalbmal soviel als 1880. Dem entsprechend zeigte 1880 auch der Piche-Evaporimeter eine stärkere Verdunstung an, als 1879. Vom 1. Mai bis Ende Oktober betrug dieselbe 1879: 463,24 Grade, 1880 aber 477,6.—

Wenn ich nun daran erinnere, daß 1878, im Jahre der ersten Versuchsreihe, der Evaporimeter eine 2,27mal kleinere Verdampfung als 1879 anzeigte, so will ich damit andeuten, daß günstigere Bedingungen für den geplanten Zweck kaum zu erwarten waren. Der Versuch wurde mit ca. 70—80 Pflanzen, die sämmtlich schon mindestens seit dem Oktober des vorhergehenden Jahres (Coniferen), zum größeren Theile aber seit 2—3 Jahren (die meisten Laubhölzer) in den Töpfen eingesetzt und ge-

löthet sich befanden, begonnen. Da aber im Laufe desselben alle jene, welche die mindesten Spuren von Erscheinungen zeigten, die auf pathologische Zustände deuten konnten, sowie jene wo sich Versuchsfehler durch Zertrümmern der oft umfangreichen Begießungsflaschen, und Eintreten von Rissen an den Löthungsstellen zeigten, oder bei Sturm ein Blattverlust eintrat, auf kurzem Wege cassirt wurden, so kamen schließlich nur 52 Pflanzen zur Berechnung. Als ich vor nun $3^1/_4$ Jahren auf die Idee verfiel, die Pflanzen ganz einlöthen zu lassen, mußte ich selbst daran zweifeln, dieselben lange Zeit in diesem eingeschlossenen Zustande normal erhalten zu können, und mancher mochte wohl aus den anscheinend ganz unnatürlichen Verhältnissen, in welchen sich meine Versuchspflanzen, was ihre Wurzelsysteme anbelangt, befanden, großes Mißtrauen gegen die gewonnenen Zahlen geschöpft haben. Die Versuchspflanzen schlugen aber zum größten Theile heuer zum vierten Male in der schönsten Weise aus und sind jetzt so üppig und natürlich grün, wie irgend ähnliche Bäumchen der Pflanzschule. Beiläufig sei erwähnt, daß die Pflanzen Nr. 58 Espe, 64 Else, 55, 59 Weißbuchen, 30, 65 Rothbuchen, 51 Birke, 15, 56 Eschen, 8, 9, 10, 11 Spitzahorne, 13, 14 Bergahorne, 60 Feldahorn, 24, 25 Sommerlinden, 7, 23, 67 Ulmen, 6 Stieleiche, 4, 18 Zerreichen u. v. a. noch jetzt keine Spur von Abnormalität aufweisen, zum Beweise, daß die geschehene Abschließung des Wurzelsystemes von der Luft von Holzpflanzen Jahrelang ertragen werden kann, anscheinend ohne Schaden. Daß unter den genannten sich keine Coniferen finden, hat darin seinen Grund, daß diese jährlich behufs Bestimmung des Nadeltrockengewichtes gefällt und frisch eingesetzt werden mußten. —

Durch dies Gesagte möchte ich nun nachträglich Bedenken begegnen, die sehr natürlich sind, aber jedenfalls grundlos, und die ich in den angeführten Mittheilungen vielleicht nicht in genügender Weise von vorneherein zerstreuen konnte.

Ich gehe nun zu einer kurzen Auseinandersetzung der im Sommer 1880 gewonnenen Versuchsresultate, die sich in nachfolgender Tabelle in verständlicher Weise mitgetheilt finden, über.

Zur Erklärung der Tabelle sei noch mitgetheilt, daß die Bezeichnung der einzelnen Pflanzen mit So. oder Sch. sich auf den Standort, ob sonnig oder schattig, bezieht, ferner sei erwähnt, daß die Pflanzen von Nr. 1—76 sich in kleinen Töpfen von 284, jene von Nr. 77—98 in mittleren

Töpfen von 401 und die übrigen (99—116) sich in großen Blechcylindern von 707 □cm Querschnitt befanden. Alles Weitere ist, wie schon erwähnt, den citirten Abhandlungen zu entnehmen.

I. Tabelle über die Transpirationsgrößen vom 1. April bis Ende Oktober 1880.

Gewichtsangaben: Gramm.

Nr.	Name der Pflanze.	Blattluft-trockengewicht.	Absolute Transpiration.	Transpiration auf 100 g Blatt-lufttrockengew. bezogen.
58	Espe, So.	5,41	4949	95,970
64	Else, Sch.	0,96	1121,5	126,200
59	Haine, So.	5,66	4218,5	78,190
55	„ „	6,08	4892	84,410
22	„ Sch.	5,46	4995,5	98,900
	Mittel:			87,170
63	Rothbuche, So.	1,93	1790,5	97,400
91	„ „	6,23	4492,0	77,930
27	„ „	1,65	823	52,300
30	„ „	2,82	1967,5	73,100
72	„ Sch.	1,65	1888	123,700
76	„ „	10,57	6600,5	65,830
46	„ „	3,69	3601,5	105,500
97	„ „	4,33	5422	135,300
	Mittel:			91,380
60	Feldahorn, Sch.	2,18	2910,5	140,800
78	Bergahorn, So.	5,32	3964,5	80,540
13	„ „	10,67	4358	42,850
104	„ Sch.	7,85	7275	94,090
102	„ „	8,62	5512	69,450
14	„ „	7,13	4290	65,030
	Mittel:			70,380
8	Spitzahorn, So.	11,2	5556	52,030
11	„ „	5,73	2795	51,170
9	„ Sch.	7,23	4905	71,520
10	„ „	6,54	4236	70,000
	Mittel:			61,180
23	Ulme, So.	9,9	6723,5	71,240
90	„ „	4,69	4014	92,500
67	„ Sch.	5,88	4521,5	83,100
	Mittel:			8[illegible],280
81	Zerreiche, So.	5,60	2705	52,220
96	„ „	11,55	5372,5	50,270
4	„ „	7,65	3164,5	44,900
18	„ „	6,36	3000	49,490
	Mittel:			49,220

Nr.	Name der Pflanze.	Blattluft-trockengewicht.	Absolute Transpiration.	Transpiration auf 100 g Blatt-lufttrockengew. bezogen.
6	Stieleiche, So.	3,27	1889,5	60,700
89	Steineiche, So.	6,71	4818	77,610
	Mittel:			69,150
24	Sommerlinde, Sch.	7,37	4984	73,090
25	„ So.	5,40	5332,5	103,590
	Mittel:			88,340
40	Schwarzerle, So.	3,50	3114	93,300
56	Esche, So.	3,42	4859	149,000
106	„ Sch.	5,65	3822,5	73,500
15	„ „	6,05	4551,0	79,300
35	„ „	4,83	4721,5	105,600
	Mittel:			101,850
51	Birke, So.	4,1	3478	89,000
111	„ Sch.	17,42	15171	94,610
	Mittel:			91,800
48	Lärche, So.	3,14	3748	125,600
95	Fichte, So.	41,46	4870	13,300
100	„ Sch.	94,03	10197	12,020
103	„ „	84,9	10294	13,950
114	„ „	73,55	10866	16,820
	Mittel:			14,020
77	Tanne, So.	23,52	2830	13,910
16	„ Sch.	24,1	1011	4,850
	Mittel:			9,380
29	Weißföhre, So.	8,22	1459	19,190
116	„ Sch.	78,4	3405	5,020
	Mittel:			12,105
108	Schwarzföhre, Sch.	102,08	7740,5	8,760
12	„ „	41,98	1907	5,250
	Mittel:			7,005

Untersucht man nun zunächst die Zahlen vorstehender Tabelle bezüglich der relativen Transpirationsgröße der einzelnen Holzarten, im Vergleiche zu den in den beiden vorhergehenden Vegetationsperioden erhaltenen diesbezüglichen Resultate, so ergeben sich die hierhergehörigen Thatsachen unmittelbar aus folgender Zusammenstellung.

1878.		1879.		1880.	
Birke	67,987	Esche	98,305	Esche	101,850
Esche	56,689	Buche	85,950	Birke	91,800
Haine	56,251	Birke	84,513	Rothbuche . .	91,380
Buche	47,246	Haine	75,901	Haine	87,170
Spitzahorn . . .	46,287	Feldulme . . .	75,500	Ulme	82,280
Bergahorn . . .	43,577	Stiel-Steineiche .	66,221	Bergahorn . . .	70,380
Ulme	40,731	Bergahorn . . .	61,830	Stiel-Steineiche .	69,150
Stiel-Steineiche .	28,345	Zerreiche . . .	61,422	Spitzahorn . . .	61,180
Zerreiche . . .	25,333	Spitzahorn . . .	51,722	Zerreiche . . .	49,220
Fichte	5847	Fichte	20,636	Fichte	14020
Weißföhre . . .	5802	Weißföhre . . .	10,372	Weißföhre . . .	12105
Tanne	4402	Schwarzföhre .	9992	Tanne	9380
Schwarzföhre .	3207	Tanne	7754	Schwarzföhre .	7005

Wenn man bedenkt, daß diese drei Reihen mit zum guten Theile verschiedenem Versuchsmateriale in drei auffallend von einander verschiedenen Vegetationsperioden gewonnen wurden, so wird man zur Ueberzeugung gelangen, daß ihre soweit gehende Uebereinstimmung nur der Ausdruck von einer thatsächlich vorhandenen spezifisch verschiedenen Transpirationsfähigkeit unserer Holzgewächse sein kann. Es kann nunmehr keinem Zweifel unterliegen, daß Esche und Birke, auf das Laubtrockengewicht bezogen, am stärksten transpirirten, sich an diese Buche und Haine schließen, hierauf die Ulmen, und endlich die Ahorne und Eichen kommen. Was die Coniferen anbelangt, so gilt für sie die Ordnung: Fichte, Weißföhre, Tanne, Schwarzföhre zweifellos. Auf das Laubgewicht bezogen, scheinen die Lärche, Linden, Espe, Erlen und Else ebenfalls zu den am stärksten transpirirenden Bäumen zu gehören, doch müßten, um ihre Stellung definitiv festsetzen zu können, erneute Versuche mit mehreren Exemplaren gemacht werden. —

Fragt es sich um die absoluten Wasserverbrauchsmengen, so sieht man beim Vergleiche der Versuchsresultate von 1879 und 1880 sofort die hohe Uebereinstimmung derselben. In der That beträgt das Gesammtmittel pro 1879: 64,930, pro 1880: 69,880. Für die Laubhölzer allein 1879: 78,900, 1880: 82,520, für die immergrünen Nadelhölzer 1879:

13,488, 1880: 11,307, während die Lärchen 1879: 114,868, 1880: 125,600 g Wasser pro 100 g Blattlufttrockengewicht verbrauchten.

Es ist kaum nöthig zu bemerken, daß auch 1880 die den Topfquerschnitten 284, 401 und 707 □cm entsprechenden Regenmengen pr. 15,4, 21,8 und 38,4 kg vollkommen zur Deckung der Transpirationsverluste der einzelnen Exemplare ausreichten, indem die anspruchvollste Pflanze in den kleinen Töpfen Nr. 23, eine Ulme, nur 6,7 kg Wasser brauchte; was die mittleren Töpfe anbelangt, die Rothbuche Nr. 97 nur 5,4 kg, und von den großen Pflanzen die Birke Nr. 111 15,2 kg beanspruchten. Wie man daher sieht, verdunsteten selbst die blattreichsten Exemplare nur ein Viertel bis ein Halb der geringen gefallenen Regenmengen, und betrug das Verhältniß zwischen Regenmenge und Maximalwasserverbrauch 1880 1 : 2,7, während sich für 1879 dies Verhältniß auffallend übereinstimmend zu 1 : 2,2 berechnet. Es mag nicht überflüssig sein, an dieser Stelle nochmals zu betonen, daß die Pflanzen durchschnittlich 3—4 mal pro Woche begossen wurden, niemals an Wassermangel litten, und sich erst gegen Ende Oktober entlaubten. Ja bei vielen mußten die Blätter behufs Abschließung der Versuchsreihe vor Eintritt des Schnees am 1. November im noch grünen Zustande abgenommen werden, was jedenfalls nichts weniger als auf einen erlittenen Wassermangel hindeutet. Nicht übersehen darf man indessen auch, daß Berechnungen der Art, wie sie soeben vorgeführt wurden, an und für sich gar keinen Maßstab zur Beurtheilung der Bilanz zwischen Regen- und Wasserverbrauchsmengen einzelner Pflanzen abgeben, so nützlich sie auch im Allgemeinen sind. Denn die Frage, wie viel Regenwasser auf eine einzelne Pflanze entfällt, läßt sich nicht beantworten, da sich die Rechnung einerseits mit demselben Rechte auf die Größe der horizontalen Projektion der oberirdischen Theile, wie der der Wurzeln beziehen kann, die beide oft sehr verschieden ausgebreitet sind, andererseits es überhaupt keine Fläche giebt, auf die man diese Regenmenge berechtigter Weise beziehen kann. Auf keinen Fall kann aber die Größe eines Gartentopfes maßgebend für derartige Berechnungen sein, indem ja in einem großen Topfe eine kleine oder eine große Pflanze stehen kann. Man kann daher Angaben, wie die hier, und in den citirten Abhandlungen zur Beleuchtung des Verhältnisses von pflanzlichen Leistungen zu meteorologischen Factoren gemachten, nicht wohl zu Ausgangspunkten

von weitgehenden Schlüssen machen, ohne den Boden zu verlieren. Wenn daher im Jahre 1878 meine Versuchspflanzen 1,5—15mal weniger transpirirten, als die auf die Töpfe fallenden Regenmengen betrugen, so deutet dies nicht darauf hin, daß die Pflanzen zu wenig transpirirten — ich werde gleich zeigen, daß eher das Entgegengesetzte der Fall war — sondern darauf, daß es sehr viel regnete, und die Pflanzen sehr verschieden groß waren. In der That schwankte das Laubtrockengewicht der Pflanzen von 1878 zwischen 0,75—12,54 g, alle diese befanden sich aber in gleich großen Töpfen, und kann daher die scheinbar kleine Transpiration von $^1/_{15}$ der Regenmenge pro Topf in Wirklichkeit eine sehr große sein. Daß Pflanzen mit 0,75 g Laublufttrockengewicht mit 3,5 g Erde ausreichen, dürfte auch keinem Zweifel unterliegen.

Hiermit erledigen sich aber einige Einwände *Wollny*'s (a. a. Orte) gegen meine Versuchsresultate, welche Einwände der Hauptsache nach auf einer übertriebenen Vorstellung von der Größe meiner Versuchspflanzen (1878) beruhen. Ich wiederhole hier, daß die von dem genannten Forscher zum Ausgangspunkte seiner kritischen Bemerkungen genommenen Angaben, gar keine Anhaltspunkte in der fraglichen Richtung abgeben können. Man kann wohl berechnen, wie viel Regen einem Hektar Wiese oder Wald entspricht, nicht aber diese Rechnung für eine einzelne Pflanze machen, da sich hier ein Rechnungsfactor immer zwischen weiten, willkürlichen Grenzen bewegen wird. Derselbe Grund ist es aber auch, warum bei den in Rede stehenden Versuchen nicht daran gedacht werden konnte, den Pflanzen genau jene Wassermengen zuzuführen, die den den Topfquerschnitten entsprechenden Regenmengen gleich sind. Um Bilanzfeststellungen in dem Sinne, wie sie *Wollny* in der citirten Arbeit ausführte, konnte es sich in keinem Falle handeln, weil solche wohl für krautige Culturpflanzen, nicht aber für Bäume durchgeführt werden können. Es beweisen solche auch nur das, was jede Wiese, jeder Wald jährlich ohne Versuch zeigt, daß nämlich die Regenmenge thatsächlich für die Pflanzendecke in der Regel ausreicht. Findet ein solches Auslangen nicht statt, so wird das Feld oder die Wiese dürr, der Wald büßt einen Theil seines Laubes ein etc.: Erscheinungen die in regenärmeren Gegenden genug häufig zu sehen sind. Damit aber, daß man weiß, Wald und Wiese reichen unter gewissen meteorologischen Verhältnissen mit den ihnen gebotenen Regenmengen aus, weiß man noch lange nicht, wie viel Wasser-

verbrauch auf eine bestimmte Oberfläche des Laubes, oder ein bestimmtes Laubfrisch- oder Trockengewicht kommt, und haben Versuche, die auf die Ausmittelung derartiger Zahlen gerichtet sind, sowohl vom praktischen, wie vom strengwissenschaftlichen Standpunkte einen guten Sinn. Da nun mit Rücksicht auf die bekannten Factoren der Transpirationsgröße von vorneherein zu erwarten ist, daß derartige Versuche nicht ein einziges Zahlenresultat ergeben können, sondern zahlreiche sich für jede Art innerhalb gewisser Grenzen bewegende gewärtigen lassen müssen, so kann eine rationelle Versuchanstellung nur darauf gerichtet sein die obere und untere Grenze des Wasserverbrauches für die einzelnen Arten festzustellen. Von diesem Gesichtspunkte ausgehend, wurden 1878 die Versuchspflanzen möglichst trocken gehalten, und konnten die die Transpiration herabdrückenden meteorologischen Verhältnisse, die zu gleicher Zeit einwirkten, als nur den Versuchszwecken vortheilhaft angesehen werden. Es sollte also 1878 die Frage beantwortet werden, wie viel Wasser die Forstholzgewächse nothwendig brauchen, und nicht etwa die, wieviel sie eventuell verbrauchen können. Hat man derartige Zahlen gefunden, dann kann man sie auf ihren Werth, ihre Richtigkeit prüfen, indem man sie auf Fälle im Großen anwendet und nachsieht, wie sich die errechneten Wasserverbrauchsmengen ganzer Wälder etc. zu den entsprechenden Regenmengen verhalten, ohne damit aber die Frage nach der thatsächlichen Wasserbilanz der Vegetationsdecke gelöst haben zu wollen, eine Frage, die wie gesagt, täglich vor unseren Augen gelöst wird. Ich muß daher *Wollny* beistimmen, wenn er sagt, daß meine Versuche vom Jahre 1878 nicht ausreichen zur Lösung der zuletzt berührten Frage, hiebei aber hervorheben, daß es mir, wie aus den betreffenden Publikationen und aus der ganzen Versuchsanstellung hervorgeht, um eine ganz andere Frage zu thun war, und jene der Wasserbilanz für Wälder gar nie in der Weise behandelt und gelöst werden kann, wie dies *Wollny* in seiner jüngsten Publikation für Wiesen und Felder that, da man zwar Stücke von solchen, nicht aber von Wäldern wägen oder in einen Lysimeter setzen kann. Was einen weiteren Punkt, die scheinbar geringe Größe der Transpiration der Versuchspflanzen des Jahres 1878 anbelangt, so ist dieselbe in erster Linie durch die Temperatur- und Feuchtigkeitsverhältnisse der Luft in der Versuchsperiode bedingt, und es läßt sich zeigen, daß die Versuchspflanzen im Jahre 1878 relativ,

d. h. mit Rücksicht auf die Angaben des Evaporimeters, mehr transpirirten, als jene des Jahres 1879 und 1880, die viel größere absolute Transpirationszahlen lieferten. Schon in der zweiten Publikation habe ich hervorgehoben, daß die Versuchspflanzen des Jahres 1879 $1^1/_2$—2mal so stark transpirirten als jene des Jahres 1878, während die Evaporimeterangaben 1879 fast $2^1/_2$mal so hoch waren, was offenbar zeigt, daß 1878 die Versuchspflanzen relativ stärker transpirirten.

Auffallender noch wird dieser Umstand, wenn man die Verhältnißzahlen zwischen den Angaben des Evaporimeters und den Transpirationsgrößen pro 100 g Blattlufttrockengewicht[1]) der Versuchspflanzen für die drei einzelnen Versuchsperioden berechnet.

Die folgende Zusammenstellung bezieht sich auf die Zeiträume vom 14. Juni bis 10. Oktober pro 1878, vom 1. Mai bis 31. Oktober für 1879 und vom 1. April bis Ende Oktober für das Jahr 1880[2]).

1878. Evapor. 202,9°; Transp. pro 100 g Blattlufttrockengewicht.

für alle Versuchspflanzen:	36413	:	202,9	=	179
» die immergrünen Coniferen:	3714	:	202,9	=	18
» die sommergrünen Hölzer:	41188	:	202,9	=	203

---

[1]) Weil mir nur für diese Zeiträume genau correspondirende Evaporimeterangaben zur Verfügung stehen.

[2]) Es dürfte zweckmäßig sein, an dieser Stelle auf einen Punkt aufmerksam zu machen, der bisher bei Umrechnungen von auf das Blattgewicht bezogenen Transpirationsresultaten auf Waldcomplexe etc., und namentlich beim Vergleiche von Nadelnhölzern und Laubhölzern außer Acht gelassen wurde, unter Umständen aber sehr in's Gewicht fallen kann. Er besteht darin, daß das Laubtrockengewicht an vergilbten, entleerten und schon im Abwerfungsprocesse befindlichen Blättern bestimmt wird, während das Trockengewicht der Nadeln gerade zu einer Zeit bestimmt wird, wo dieselben ganz mit Reservestoffen erfüllt sind. Es ist klar, daß die auf diese Weise gewonnenen Trockengewichtszahlen nicht mit einander vergleichbar und vielleicht relativ um 20—30% von einander verschieden sind, d. h. daß die Trockengewichte der Laubblätter um 20—30% vergrößert werden müssen, um mit denen der Nadeln vergleichbar zu sein, mithin die Nadelhölzer doch relativ etwas stärker transpiriren als bisher errechnet. Wenn ferner das Laubgewicht eines Waldcomplexes aus dem eines mittleren Stammes, der in vollster Belaubung gefällt wird, bestimmt wird, so fällt es auch relativ, nämlich mit Rücksicht auf die Art der Bestimmung bei Transpirationsversuchen zu groß aus, und sind daher die für ganze Waldcomplexe von mir berechneten Wasserverbrauchsmengen eher zu groß als zu klein, daher um so leichter mit den meteorologischen Factoren in Einklang zu bringen. —

1879. Evapor. 463,24°; Transp. pro 100 g Blattlufttrockengewicht.

für alle Versuchspflanzen:	63820	:	463,24	=	137
» die Immergrünen Coniferen:	12948	:	463,24	=	27
» die Sommergrünen Hölzer:	77620	:	463,24	=	167

1880. Evapor. 556,3°; Transp. pro 100 g Blattlufttrockengewicht.

für alle Versuchspflanzen:	69880	:	556,3	=	125
» die Immergrünen Coniferen:	11307	:	556,3	=	20
» die Sommergrünen Hölzer:	82520	:	556,3	=	148.

Wie man sieht, sind die Verhältnißzahlen pro 1878 am größten, in dieser Versuchsperiode die Transpiration relativ am stärksten. Es ist zwar allerdings nicht zu übersehen, daß sich die Berechnung pro 1878 nur auf den wärmeren Theil der Vegetationsperiode bezieht, wo die Transpiration naturgemäß stärker ist, indessen sind die Verhältnißzahlen pro 1878 so auffallend größer als die der späteren Versuchsreihen, daß daraus der Schluß mindestens gestattet sein dürfte, daß 1878 die Transpiration relativ nicht geringer war als 1879 und 1880. Wenn man in der That für einzelne Versuchspflanzen genau vergleichbare Zahlen aus dem pro 1878 und 1879 mitgetheilten Materiale auf einfache Weise berechnet, so erhält man eine geradezu frappirende Uebereinstimmung der Verhältnißzahlen. Ich habe dies z. B. für die Buche gethan, wo hinlänglich viele Einzelpflanzen zum Versuche kamen, um verläßliche Zahlen erwarten zu lassen.

1878 transpirirten die Buchen vom 14. Juni bis 10. Oktober 37781 g pro 100 g Blatttrockengewicht, 1879 in genau demselben Zeitraume 64170 g; die gleichzeitigen Evaporimeterangaben betrugen 1878: 202,9, 1879: 330,7, woraus sich die Verhältnißzahlen berechnen, 1878: 186, 1879: 194. Da der Piche-Evaporimeter auf die Dauer kaum auf 5 % genau ist, ja schon die Ablesungsfehler leicht größer sind, so liegt der Unterschied zwischen diesen Verhältnißzahlen noch weit innerhalb der Beobachtungsfehlergrenze, und geht daraus zugleich hervor, daß die Pflanzen von 1878 ganz normal transpirirten, von den Coniferen abgesehen, über die ich mich indeß schon in meiner zweiten Mittheilung näher ausgesprochen habe.

Aus dem Gesagten erhellt aber auch, daß der Piche-Evaporimeter ein vortreffliches Maß für den Wasserverbrauch der Pflanzen abgiebt, wenn auch nicht erwartet werden kann, daß eine ganz scharfe Proportio-

nalität zwischen den Evaporimeterangaben und den Transpirationsgrößen existirt, da die ersteren Resultate einfacher Wasserverdunstung, die letzteren physiologischer Functionen sind, die auch von Einflüssen getroffen werden, welche bei einer einfachen Wasserverdunstung außer Spiel sind.

In erster Linie ist in dieser Beziehung hervorzuheben, daß die Pflanze eine Accomodationsfähigkeit mit Bezug auf die ihr zu Gebote stehenden Wassermengen, auf die Luftfeuchtigkeit, Temperatur, Besonnung und Beleuchtung überhaupt in dem Sinne besitzt, daß sie den Einwirkungen dieser Factoren entgegenarbeitet. Eine aus dem Schatten in die Sonne gebrachte Pflanze transpirirt anfänglich ungemein stark, aber schon nach einigen Tagen unter sonst ganz gleichen Umständen bedeutend schwächer, schwächer als selbst früher im Schatten. Es müssen daher in regenreichen Jahren, oder feuchten Orten die Pflanzen relativ, das heißt im Vergleich zu einer freien Wasserfläche mehr verdunsten, und andererseits wieder der Transpiration günstige Factoren Veränderungen in der Pflanze erzeugen, die einer zu heftigen Verdunstung entgegenwirken. Bildlich gesprochen geht die Pflanze mit jenen Stoffen (z. B. Wasser), die von ihr in großer Menge gefordert werden haushälterisch um, und umgekehrt. Es ist daher nicht nur erklärlich, sondern schon von vorneherein zu erwarten, daß regenreiche Jahre relativ etwas größere und absolut viel kleinere Transpirationszahlen liefern, wie meine Versuche in der That aufs schönste lehren.

Schließlich sei noch bemerkt, daß es mit Benutzung des in dieser und in meinen genannten Arbeiten gelieferten Zahlenmateriales leicht ist, sich zu agrarmeteorologischen Zwecken für einzelne Fälle beliebige Verhältnißzahlen auszurechnen. Man wird es bei der Mannigfaltigkeit derselben begreiflich finden, wenn ich es für überflüssig hielt, dieselben hier ausführlich berechnet mitzutheilen.

Wien, am 12. Juni 1881.

Ueber die Ammoniakmengen, welche der Atmosphäre im Laufe eines Jahres durch Salzsäure entzogen werden.

Von Prof. Dr. **R. Heinrich** in Rostock.

Die Zufuhr von Stickstoffverbindungen, welche der Ackerboden aus der Atmosphäre erhält, hat man bisher dadurch zu ermitteln gesucht, daß man die Mengen von Ammoniak und Salpetersäure in den Regenwassern bestimmte. Man scheint hierbei angenommen zu haben, daß dem Boden nur auf diesem Wege die genannten Stickstoffverbindungen zugeführt werden könnten. *Th. Schlösing*[1]) hat in jüngerer Zeit darauf hingewiesen, daß dies nicht der Fall ist. Nur das salpetersaure Ammoniak wird durch Regen, Schnee und Thau aus der Atmosphäre vollständig dem Boden zugeführt, da dasselbe nach *Boussingault* keine Spannung besitzt und als Staub in der Atmosphäre schwebt. Von dem kohlensauren Ammoniak nimmt dagegen der niederfallende Regen aus der Atmosphäre nur einen gewissen Theil auf und ist diese Menge verschieden je nach der obwaltenden Temperatur. In Folge der Tension des kohlensauren Ammoniaks bleibt je nach der Temperatur mehr oder weniger davon in der Atmosphäre zurück. *Schlösing* hat nun weiter gezeigt, daß sowohl feuchte, als auch trockene Erde einen Theil dieses Ammoniaks direkt aus der Atmosphäre zu absorbiren im Stande ist. 50 g lufttrockene Erde auf einer 100 qcm. großen Fläche ausgebreitet, vermehrten in der Zeit vom 30. Juli bis 17. September ihren Ammoniakgehalt in dem einen Falle von 0,8—2,5 mgrm, in dem anderen Falle (kalkarme Erde) in der Zeit vom 1. August bis 20. September von 0,2—4,1 mgrm[2]). Ist die Erde feucht, so erfolgt Salpeterbildung, und die Ammoniakabsorption durch die Erdproben wird noch beträchtlicher. Nach gleichzeitigen Ver-

[1]) Comptes rendus T. 80 p. 175, T. 82 p. 1105. — Siehe auch Jahresbericht für Agriculturchemie für 1875 und 1876 Bd. I. p. 89 und 95.

[2]) Comptes rendus T. 82 p. 1107.

suchen von *Schlösing*[1]) absorbirten 50 g feuchte Erde in der Zeit vom 19. Juni bis 4. Juli bereits 2,6 mgrm auf Ammoniak berechneten Stickstoff.

Gewiß ist die Umbildung des von der Ackererde absorbirten Ammoniaks in Salpetersäure von der eminentesten Bedeutung für die Absorptionsgröße des Ackerbodens für Ammoniak; denn hierdurch wird die Fähigkeit des Bodens, Ammoniak aus der Atmosphäre aufzunehmen, eine unbegrenzte. Der Boden wird sich soweit mit Ammoniak aus der Atmosphäre sättigen als dies durch die äußeren Verhältnisse ermöglicht wird; durch die Oxydation des Ammoniaks zu Salpetersäure verliert er einen Theil des Ammoniaks und wird von Neuem befähigt, weitere Mengen von Ammoniak aus der Atmosphäre aufzunehmen. Die poröse Erde spielt hier also factisch die Rolle eines Handlangers für die Pflanzen, indem sie das gasförmige Ammoniak aus der Atmosphäre bindet, es verdichtet, die Oxydation begünstigt und dadurch den Stickstoff in eine Form bringt, in welcher er von den Pflanzen leicht assimilirt werden kann.

Der auf die vorbezeichnete Weise vom Boden direkt aufgenommene Stickstoff ist wahrscheinlich verhältnißmäßig sehr beträchtlich. Es scheint dies wenigstens aus den mehrfach angeführten Versuchen von *Schlösing* hervorzugehen. Derselbe berechnet aus dem einen Versuch eine Ammoniakabsorption für eine 1 ha große Bodenfläche von 63 kg im Jahre. Es sei im Gegensatz hierzu erwähnt, daß nach den umfassenden Untersuchungen von *P. Bretschneider* in Ida-Marienhütte[2]) die auf die Fläche eines ha mit dem Regen fallende Menge Stickstoff in Form von Ammoniak und Salpetersäure in Summa durchschnittlich nur 11,1 kg Stickstoff (= 13,5 kg Ammoniak) beträgt. Doch scheinen mir die obigen von *Schlösing* gefundenen Zahlen zu hoch, und erscheint es mir namentlich nicht statthaft, die während der warmen Jahreszeit (Juni und Juli) in wenigen Wochen gefundene Absorptionsgröße auf das ganze Jahr zu berechnen. Die Unzulässigkeit dieser Berechnung wird aus den weiter unten mitgetheilten Versuchen noch näher hervorgehen.

Es würde für die Statik des Stickstoffs im Ackerboden von größtem Interesse sein, die von den verschiedenen Bodenarten durch direkte Ab-

---

[1]) Ebendaselbst p. 1108.

[2]) „Ueber den Regenfall zu Ida-Marienhütte in den Jahren 1865—1872 und den Gehalt des meteorischen Wassers an Stickstoff in Form von Ammoniak und Salpetersäure.“ — Breslau 1872.

sorption gebundene Menge Stickstoff zu kennen; leider fehlen hierüber die Untersuchungen noch vollständig. Wahrscheinlich werden sich die Bodenarten, je nach ihrer physikalischen Beschaffenheit verschieden verhalten. Es ist wahrscheinlich, daß die Sandböden ein sehr geringes, die Lehm- und Thonböden ein hohes Vermögen besitzen das atmosphärische Ammoniak durch Absorption zu binden, wenigstens deutet darauf die Erfahrung hin, daß die Sandböden in der Regel eine Stickstoffdüngung verlangen, die Thonböden seltener; die durch Regen den Bodenarten zugeführte Menge der Stickstoffverbindungen muß sich ja allen Bodenarten gleichmäßig mittheilen und könnte nicht das verschiedene Bedürfniß der Bodenarten nach Stickstoffdüngung erklären[1]).

Es schien mir nun zunächst von Interesse festzustellen, bis zu welchem Maximum die Bodenarten Ammoniak aus der Atmosphäre aufnehmen können. Das Maximum wird aller Wahrscheinlichkeit nach repräsentirt durch die Ammoniakbindung, welche eine wässerige Salzsäurelösung von bestimmter Oberfläche an der atmosphärischen Luft zeigt. Dieses Maximum der Ammoniakbindung wird wohl schwerlich durch das Absorptionsvermögen der Bodenarten erreicht werden, da hier eine chemische, nicht wie in den Bodenarten, eine physikalische Bindung vorliegt. Die bei solchen Salzsäure-Absorptions-Versuchen gewonnenen Zahlen würden also einen Ammoniakgewinn des Bodens unter den denkbar günstigsten Verhältnissen vorstellen.

---

[1]) Durch eine größere Reihe von Versuchen habe ich mich auch überzeugt, daß selbst die leichtesten Sandbodenarten mit sehr geringer Absorptionsfähigkeit mehr als genügend im Stande sind, aus den flüssigen Lösungen Ammoniak zu absorbiren. Es kann also hier nicht eingewendet werden, daß die durch den Regen dem Sandboden zugeführte Ammoniakmenge von diesem nicht festgehalten werden könne und dadurch der Ackerkrume verloren gehe, wodurch sich das Stickstoffbedürfniß der Sandböden erkläre. Bei den Untersuchungen 13 verschiedener sehr leichter Sandböden von ausgesprochener Stickstoffarmuth schwankte die Absorptionsgröße, nach der Methode von *Knop* festgestellt (s. *Knop*, „Die Bonitirung der Ackererde". 2. Ausgabe. Leipzig 1872. pag. 49), im Durchschnitt zwischen 14 und 32. — Das Litergewicht dieser Erdproben betrug im Durchschnitt 1616 g, die Ackerkrumentiefe 25 cm. Die von der Ackerkrume eines Hektars aus wässerigen Lösungen absorbirbaren Stickstoffmengen (in Form von Ammoniak) würden demnach 656,4—1500,3 kg betragen. Dem steht aber die nach *Bretschneider* im Regen pro Jahr durchschnittlich enthaltene Stickstoffmenge mit nur 11,1 kg gegenüber!

Die Ermittelung dieser äußersten Grenzzahlen erschien wichtig genug, um längere Zeit hindurch fortgesetzte Versuche über die Menge von Ammoniak, welche Salzsäure aus der freien Atmosphäre aufzunehmen vermag, auszuführen.

Die bezüglichen Versuche wurden bisher 2 Jahre lang fortgesetzt und folgendermaßen ausgeführt. In einem Glasgefäß von 5 cm Höhe und 10 cm Durchmesser (= 78,5 qcm Oberfläche) verblieb 20% Salzsäure (1,098 spez. Gew.)[1]) je einen Monat der freien Luft ausgesetzt; vor einfallendem Regen war das Gefäß durch ein weit überragendes Blechdach geschützt, während die Luft und der Wind freien Zutritt hatten. Die Aufstellung des Gefäßes war ganz im Freien auf einer berasten Bodenfläche; in der Umgebung befanden sich Felder und Wiesen. Die Entfernung von dem isolirt stehenden Versuchsstationsgebäude betrug 42,5 m, die direkte Entfernung bis zu den nächsten Häusern der Vorstadt Rostocks ca. 1000 m östlich, bis zu dem Mittelpunkt der Stadt Rostock 2500 m östlich. Die Lage war demnach eine möglichst freie und es war nicht anzunehmen, daß durch Rauchgase etc. der Stadt die Untersuchungen gestört werden konnten. 11000 m nördlich vom Beobachtungsorte entfernt befindet sich das Ufer der Ostsee; 1450 m nordöstlich die 500 m breite, sich erweiternde Warnow. Je nach einem Monat wurde die Salzsäure zur Trockene verdampft und im Rückstande das Chlorammonium durch das *Knop*'sche Azotometer bestimmt. Um die Ablesung der geringen sich entwickelnden Stickstoffmengen möglichst absolut genau zu bewirken, wurde ein enges Gasmeßrohr angewendet, bei welchem 10 ccm den Inhalt einer 30 cm langen Glasröhre einnahmen. An derselben ließen sich noch sehr genau $^1/_{20}$ ccm ablesen.

Nachstehende Tabellen enthalten die von der 78,5 qcm großen Oberfläche Salzsäure absorbirte Menge Stickstoff. Beigefügt sind die Witterungsbeobachtungen, so weit sie irgend wie in Beziehung zu dem Ammoniakgehalt der Luft gebracht werden könnten. — Später wurde auch die im Regen und Schneewasser enthaltene Menge Ammoniak bestimmt und sind die Ergebnisse dieser Bestimmungen, soweit sie vorliegen, ebenfalls beigefügt worden.

[1]) Es bedarf wohl nicht der Erwähnung, daß die Salzsäure auf etwaigen Ammoniakgehalt geprüft und absolut rein befunden war.

1. Versuchsjahr.

Monat.	Stickstoff (in Form v. Ammon.) absorbirt durch Salzsäure.	Ammon.-Stickstoff im Regenwasser pro Liter.	Ammon.-Stickstoff im Regenwasser pro □ m	Temperatur-Tagesmittel.	Höhe der Niederschläge.	Zahl der Tage mit Niederschlägen.	Thau.	Reif.	Nebel.	Gewitter.	Entfernte Gewitter und Wetterleuchten.	Winde (Orkan = 6) Mittlere Windstärke.	Tage mit Sturm.	Tage mit Windstille.
	mgr	mgr	mgr	°C	mm									
Mai 1879	2,915	?	—	10,9	50,9	11	?	?	?	3	2	?	0	6
Juni „	3,536	?	—	15,5	84,8	18	?	?	?	4	0	?	0	4
Juli „	3,517	?	—	15,5	81,9	20	?	?	?	6	1	?	?	1
August „	3,548	?	—	17,0	88,5	21	?	?	?	5	2	?	?	9
Septbr. „	3,288	?	—	13,9	30,8	11	?	?	?	0	2	?	?	10
Oktober „	1,009	?	—	8,6	43,2	16	?	?	?	0	0	?	?	4
Novemb. „	1,219	?	—	2,4	30,8	18	?	?	?	0	0	?	5	4
Decemb. „	1,342	1,355	24,52	— 3,6	18,1	9	?	?	?	0	0	?	3	7
Januar 1880	0,989	0,271	3,63	— 1,15	13,38	21	0	4	5	0	0	2,6	1	7
Februar „	0,897	1,765	49,45	0,62	28,02	14	0	12	8	0	0	2,9	3	9
März „	0,989	0,517	19,38	2,67	37,49	11	0	17	4	0	0	2,2	2	13
April „	2,663	0,825	21,23	8,50	25,74	10	4	0	1	1	1	2,4	0	9

2. Versuchsjahr.

Mai 1880	3,275	5,785	98,52	11,00	17,03	14	2	3	3	0	0	2,5	0	14
Juni „	4,586	0,877	53,73	15,30	61,27	13	1	0	3	4	3	2,6	0	6
Juli „	3,128	0,665	115,78	17,40	189,15	25	4	0	2	8	7	?	1	11
August „	1,215	0,859	38,00	17,60	44,24	8	15	0	3	1	1	?	0	25
Septbr. „	2,527	0,869	79,69	15,10	91,71	14	8	0	5	1	3	2,7	2	10
Oktober „	0,747	0,624	88,93	7,13	142,52	24	3	3	5	1	2	2,0	6	5
Novemb. „	0,564	0,575	48,79	3,59	84,86	21	0	3	2	1	0	1,9	3	2
Decemb. „	0,788	0,940	89,37	1,56	95,07	24	0	2	4	1	1	2,0	7	3
Januar 1881	0,997	1,40	205,52	— 5,40	146,80	17	0	5	3	0	0	1,6	2	1
Februar „	0,811	0,966	15,74	— 2,45	16,30	11	0	2	10	0	0	1,7	1	3
März „	1,146	0,55	23,38	0,20	42,52	15	0	8	5	1	0	2,0	7	4
April „	2,445	1,89	8,07	3,31	4,27	5	0	17	0	0	0	1,7	3	6

Zunächst geht aus diesen Bestimmungen hervor, daß die von der angegebenen Fläche Salzsäureflüssigkeit absorbirte Ammoniakmenge sehr verschieden ist je nach der Jahreszeit, zu welcher die Bestimmung erfolgte. Berechnen wir aus den beiden Beobachtungsjahren das Mittel der monatlichen Ammoniak-Absorption pro 78,5 qcm Oberfläche, so ergeben sich folgende Zahlen:

Januar	0,993 mg	Stickstoff
Februar	0,854 »	»
März	1,068 »	»
April	2,554 »	»
Mai	3,090 »	»
Juni	4,061 »	»
Juli	3,323 »	»
August	2,382 »	»
September	2,908 »	»
Oktober	0,878 »	»
November	0,892 »	»
December	1,065 »	»
im Jahre	24,068 mg	Stickstoff.

Oder für die einzelnen Jahreszeiten folgende Mengen:

December, Januar, Februar	2,912 mg	Stickstoff
März, April, Mai	6,712 »	»
Juni, Juli, August	9,766 »	»
September, Oktober, November	4,678 »	»

Das absorbirte Ammoniak steigt hiernach mit der Temperatur, aber nicht gleichmäßig: Die Monate mit aufsteigenden Temperaturen zeigen eine relativ höhere Ammoniak-Absorption, als die gleich warmen Monate mit absteigenden Temperaturen. Immerhin liegt die Annahme sehr nahe, daß zwischen dem Ammoniakgehalt der Luft und der Temperatur eine Beziehung existirt[1]). Wenn aber die wärmeren Monate diejenigen sind, welche den höchsten Ammoniakgehalt der Atmosphäre aufweisen, so folgt daraus, worauf oben schon hingewiesen wurde, daß die von *Schlösing* aus seinen Versuchen für ein Jahr berechnete Absorptionsgröße der Bodenarten für Ammoniak nicht richtig sein kann; denn dieselben wurden nur wenige Wochen hindurch und zwar in der Zeit ausgeführt, zu welcher nach den obigen Erfahrungen die Luft am ammoniakreichsten ist; hätte *Schlösing* die betr. Untersuchungen während der Wintermonate ausgeführt, so würde er erheblich niedrigere Zahlen erhalten haben.

---

[1]) Auch die Regenwasseruntersuchungen von *P. Bretschneider* ergaben, daß die pro Hektar dem Boden zugeführten Stickstoffverbindungen in den wärmeren Monaten (Mai, Juni und Juli) am beträchtlichsten sind.

Auffallend bleibt die geringe Ammoniakabsorption im Monat August 1880 (mit 1,215 mg), obgleich die Durchschnittstemperatur eine sehr hohe war. Es läßt sich diese Ausnahme vielleicht aus den herrschenden Witterungsverhältnissen erklären; dieser Monat war nämlich ausgezeichnet durch auffallend ruhiges Wetter; an 25 Tagen wurde «Windstille» beobachtet, bei täglich dreimaliger Beobachtung wurden 31 Calmen verzeichnet. Auffallend war ferner, daß Süd- und Südwestwinde nicht ein Mal in diesem Monat weheten, während der Nordwind 26 Mal beobachtet wurde. Zur Beurtheilung dieser Windverhältnisse möge hier angeführt werden, daß im Jahre 1880 bei täglich dreimaliger Beobachtung betrugen:

Nordwind	125
Nordostwind	49
Ostwind	44
Südostwind	206
Südwind	87
Südwestwind	164
Westwind	134
Nordwestwind . . .	164
Calmen	125

Es könnte hieraus wohl gefolgert werden, daß die Quelle für den Ammoniakgehalt der Luft nicht, wie dies *Schlösing* glaubt[1]), im Meere zu suchen ist; bei der Lage des Absorptionsgefäßes müssen die ammoniakführenden Luftschichten von dem Festlande hergekommen sein. —

Ich glaube nicht, daß es statthaft ist, aus der Ammoniakabsorption der kleinen Salzsäurefläche, wie sie das oben beschriebene Glasgefäß repräsentirt (78,5 qcm Oberfläche), Berechnungen für größere Flächen auszuführen; denn es ist wahrscheinlich, daß bei sehr großer Ausdehnung des Versuchsgefäßes in Folge der energischen Ammoniakabsorption die mit den Flüssigkeiten in Berührung kommenden Luftschichten überhaupt ammoniakärmer werden und daher die Ammoniakabsorption nur eine geringere bleiben kann. Immerhin ist es interessant im Vergleich zu den Zahlen, welche *Schlösing* in seiner oben erwähnten Arbeit erhalten hatte, aus der pro Jahr von der 78,5 qcm großen Salzsäurefläche absorbirten Ammoniakmenge zu berechnen, wie viel Ammoniak durch eine Fläche von 1 ha absorbirt

[1]) a. a. O.

worden wäre. Legen wir die aus den beiden Jahren erhaltenen Durchschnittszahlen zu Grunde, wonach das Gefäß in den 12 Monaten 24,068 mg Stickstoff absorbirt hatte, so würde eine Fläche von 1 ha 30,6 kg Stickstoff absorbirt haben. *Schlösing* berechnet, wie erwähnt, aus seinen Versuchen eine Stickstoffabsorption durch den Boden von 63 kg pro Jahr. Würden wir zu unseren Versuchen nur den Monat Juni gewählt haben, wo die Stickstoffabsorption im Durchschnitt 4,061 mg betrug, so würde sich daraus pro Jahr eine Stickstoffabsorption von 48,732 mg berechnen, und dies beträgt pro ha 62,1 kg, also nahezu die gleiche Zahl, welche *Schlösing* bei seinen Versuchen gefunden hatte. Andererseits aber würde die Stickstoffabsorption, wenn man den Monat Februar (mit 0,854 mg absorbirten Stickstoff) pro Jahr und auf 1 ha berechnet, nur 13,1 kg betragen. Diese Zahlen beweisen, daß die Bestimmungen der Absorptionsfähigkeit der Bodenarten für das atmosphärische Ammoniak ein ganzes Jahr hindurch ausgeführt werden müssen, um die wirkliche Absorptionsgröße zu erhalten.

Das Resultat der vorstehenden Untersuchungen läßt sich nun kurz in folgende Sätze fassen:

1) Die Ammoniakmengen, welche die Ackerböden durch direkte Absorption aus der Atmosphäre sich aneignen, können — den durch Regenwasser zugeführten Stickstoffmengen gegenüber — verhältnißmäßig sehr beträchtlich sein. Repräsentirt die durch Salzsäure aus der Atmosphäre absorbirte Ammoniakmenge das Maximum der Absorptionsfähigkeit der Bodenarten für Ammoniak und ist es gestattet die bei kleinen Versuchen gefundenen Mengen auf größere Flächen zu übertragen, so beträgt dieses Maximum der Ammoniak-Absorption unter den obwaltenden Versuchsbedingungen im Jahre 30,6 kg Ammoniakstickstoff pro ha.

2) Die Fähigkeit der Salzsäure (und wahrscheinlich auch der Bodenarten) Ammoniak aus der Luft zu absorbiren, ist im Laufe eines Jahres nicht die gleiche; die Absorption erfolgt reichlich in der warmen Jahreszeit, gering in der kalten, — offenbar deshalb, weil der Ammoniakgehalt der Luft in den verschiedenen Jahreszeiten ein entsprechend verschiedener ist.

3) Die von *Schlösing* gefundenen Zahlen für Absorptionsgrößen der Bodenarten für Ammoniak sind deshalb zu groß, weil die bezüglichen Versuche *Schlösing*'s nur in der warmen Jahreszeit wenige Wochen hindurch ausgeführt wurden.

Schließlich mag hier noch erwähnt werden, daß auch versucht wurde die Ammoniakmengen zu bestimmen, welche reines Wasser aus der Atmosphäre absorbirte. Glasgefäße, deren Durchmesser ebenfalls 10 cm betrugen, wurden unter gleichen Verhältnissen wie die Salzsäure der atmosphärischen Luft ausgesetzt und das Wasser schließlich unter Zusatz von einigen Tropfen Salzsäure zur Trockene verdampft. Es konnten jedoch keine bestimmbaren Mengen von Ammoniak in dem Wasser nachgewiesen werden, trotzdem das Wasser während drei der wärmeren Monate des Jahres an der Luft gestanden hatte.

Rostock, den 5. August 1881.

Ein neues Waldpsychrometer mit Umkehrvorrichtung.

Von Professor **F. Osnaghi**,
Vicedirector der k. k. Centralanstalt für Meteorologie und Erdmagnetismus in Wien.

Die eingehende und erschöpfende Untersuchung der Feuchtigkeits- und Temperaturverhältnisse im Walde erfordert die Beobachtung und Bestimmung dieser Elemente in verschiedenen Höhenlagen und hauptsächlich auch zwischen und über den Baumkronen.

Herr Ministerialrath *v. Lorenz*, dem die Meteorologie des Waldes schon so viele schätzenswerthe Bereicherungen verdankt, gab mir die Anregung zur Construktion eines Instrumentes, welches diesem Zwecke dienen soll und das ich «Umkehr-Psychrometer» nennen möchte.

Die Eigenthümlichkeit dieses Instrumentes besteht darin, daß statt gewöhnlicher Thermometer, die sogenannten Umkehr-Thermometer von *Negretti und Zambra* in Anwendung gebracht wurden, welche diese als «Patent Standard Deep-Sea Thermometer» zur Bestimmung der Temperatur in beliebiger Meerestiefe verwenden. Diese ganz einfachen Thermometer sind so eingerichtet, daß sich beim Umkehren derselben (mit der Kugel nach oben) ein Quecksilberfaden immer an derselben Stelle des Rohres abtrennt, der bis an's andere Ende der Thermometerröhre läuft. Eine vom oberen Ende des Thermometerrohres gegen die Kugel zu laufende Theilung erlaubt, die Länge des abgetrennten Fadens in Graden und deren Unterabtheilungen abzulesen. Es ist daher einleuchtend, daß je nach der Temperatur, welcher das Thermometer vor dem Umkehren ausgesetzt war, ein kürzerer oder längerer Quecksilberfaden im Momente der Umkehrung abgetrennt werden muß, welcher nach der geschehenen Abtrennung die Temperatur anzeigen wird, die dasselbe in jenem Momente angenommen hatte.

Bei der Verwendung dieser Art Thermometer zur Bestimmung der Temperatur der See in verschiedenen Tiefen, wird dasselbe auf einem Brettchen montirt, und mit einer kurzen Leine seitwärts an der Loth-

leine befestigt. Beim Versenken der Vorrichtung wird das Thermometer wegen der Reibung im Wasser und der Montirung auf Holz mit seinem freien Ende nach aufwärts gerichtet stehen; dies ist zugleich die Stellung, in welcher sich die Kugel des Thermometers unten befindet, daher die ganze Quecksilbermasse die Temperatur jener Wasserschichte annimmt, in welcher das Thermometer eben eingetaucht ist. Soll nun diese Temperatur abgelesen werden, so wird die Leine wieder aufgeholt, durch die Reibung im Wasser kehrt sich aber das Thermometerbrettchen um, und wendet sein freies Ende nach abwärts. Dadurch reißt nun der Quecksilberfaden ab und steht jetzt außer Verbindung mit dem übrigen Quecksilber in der Kugel. An der Oberfläche des Wassers angelangt, kann die Temperatur jener Schichte abgelesen werden, bis zu welcher das Instrument eingesenkt war.

Die Thermometer unseres Waldpsychrometers sind genau so, wie die oben beschriebenen, construirt, nur entfällt die Montirung auf dem Brettchen, statt dessen eine vollständige Beschirmung aus Blech vorhanden ist. Bei Benützung dieses Thermometersystemes zu Bestimmungen in freier Luft, mußte aber auf eine eigene Umkehrungsvorrichtung gedacht werden; es war auch hier die Reibung, welche das Mittel an die Hand gab, den gewünschten Zweck zu erreichen.

Da es sich bei den in Rede stehenden Beobachtungen darum handelt, das Instrument in verschiedenen Höhenlagen über dem Boden zu fixiren, um die dort stattfindenden Temperatur- und Feuchtigkeitsverhältnisse zu constatiren, so muß dasselbe an einer Leine, welche über eine in zweckmäßiger Höhe befestigte Rolle läuft, bis zu dem betreffenden Beobachtungspunkte gehoben, dort umgekehrt, und darauf im umgekehrten Zustande wieder niedergeholt werden können.

Die Vorrichtung, welche das Umkehren des ganzen Psychrometerrahmens sammt den darauf befestigten Thermometern bewirkt, besteht aus einem Systeme von Reibungsrollen, zwischen welchen ein Zweig der Leine hindurchgeführt ist, und das sich mittelst eines Gelenkes um den festen Rahmen drehen kann.

Soll nun das Instrument zur Beobachtung benützt werden, so wird es in folgender Weise an die Leine, welche schon früher am Beobachtungsorte über eine in zweckmäßiger Lage angebrachte Rolle gelegt worden ist, befestigt:

Das eine Ende der Leine wird an dem Aufzugringe festgelegt, das zweite Ende derselben, durch das Rollensystem geführt, und dann ebenfalls am Aufzugringe befestigt, so daß ein geschlossener Schnurlauf gebildet wird, zwischen dessen auf- und absteigenden Aesten sich das Psychrometer befindet.

Beim Aufzuge wirkt der Zug an dem durch die Reibungsrollen laufenden Schnurtheile, es wird also der Aufzugring oberhalb der Reibungsvorrichtung stehen, daher die Thermometer die normale aufrechte Lage, d. h. Kugel nach abwärts beibehalten.

Beim Niederholen hingegen wirkt der Zug an dem von unten her am Aufzugringe befestigten Schnurtheile. Der Instrumentrahmen sammt den Thermometern dreht sich um das Gelenk der Reibungsvorrichtung, diese bleibt wegen der stattfindenden Reibung zwischen der Leine und den Rollen gegen den Aufzugring zurück, daher das Instrument und die Thermometer umgekehrt, d. h. die Kugeln nach oben gerichtet werden. In dieser Lage verbleibt das Instrument solange als die Bewegung des Niederholens vor sich geht, und es kann dann, unten angelangt, die oben stattgehabte Temperatur des trockenen und befeuchteten Thermometers abgelesen werden.

Die beigegebene Abbildung (Tafel VI) zeigt das Instrument als solches mit dem Gelenke, die Reibungsvorrichtung mit den 3 Rollen, und den Vorgang beim Auf- und Niederholen.

Mechaniker Schneider in Wien, Währing, Martinstraße 32, liefert diese Instrumente auf Bestellung.

Wien, August 1881.

Neue Litteratur.

F. von Höhnel. **Weitere Untersuchungen über die Transpirationsgröße der forstlichen Holzgewächse.** Mittheilungen aus dem forstlichen Versuchswesen Oesterreichs. Herausgegeben von *A. von Seckendorff*. Bd. II. Heft III. 1880.

Die vom Verf. im Jahre 1878 unternommenen Untersuchungen „über die Wasserverbrauchsmengen unserer Forstbäume mit Beziehung auf die forstlich-meteorologischen Verhältnisse"[1]) hat derselbe im Jahre 1879 in noch größerem Maßstabe fortgesetzt. Die Versuche wurden in der Weise durchgeführt, daß die Zinkblechtöpfe beständig so in feuchtem Sand eingesenkt waren, daß nur die kurzen verpfropften Röhrchen über die Sandoberfläche herausstanden, durch welche das Begießungswasser zugeführt wurde. Zu jedem Topf gehörte eine Flasche, die das Begießungswasser enthielt. Am ersten jeden Monats wurden die Töpfe aus dem Sande herausgenommen und sammt den dazu gehörigen Flaschen gewogen. Auf diese Weise konnten die Pflanzen fast täglich, oder überhaupt ganz nach Bedarf ohne weitere Wägung begossen werden und die Transpirationsgrößen für den einzelnen Monat bestimmt werden. Ueberdies war die Versenkung der Töpfe in Sand für die Versuchspflanzen noch insofern von großem Vortheil, als sich hiedurch ihre Wurzeln unter viel normaleren Verhältnissen befanden, als beim Versuche im Jahre 1878, wo die Töpfe nur gegen direkte Besonnung geschützt, nicht aber in Erde oder Sand versenkt waren.

Trotzdem die Zahl der Versuchspflanzen 97 betrug, konnten mit relativ geringer Mühe die Pflanzen, was ihre Bodenfeuchtigkeit betrifft, in constantere und günstigere Verhältnisse gebracht werden, als im Versuchssommer 1878.

Ueber das Nähere der Versuchsmethode ist nur Weniges zu bemerken, nachdem sich hierüber eine ausführliche Darstellung in der citirten Arbeit findet.

Die Pflanzen hatten eine sehr verschiedene Größe und befanden sich in Töpfen von dreierlei Größen, deren Zinkblech-Umhüllungen Querschnitte von 284, 401 und 707 □cm hatten. Das Gewicht der vollständig hergerichteten Töpfe betrug 5—25 k und wurde mit einer eigens zu dem geplanten Versuchszwecke hergestellten Balkenwaage, die bis 2 m hohe und 25 k schwere Topfpflanzen bis auf 0,1 g genau zu wägen gestattete, bestimmt.

Die Innenseite der Zinkblechumhüllungen wurde mit Firniß überzogen, um die Bildung von kohlensaurem Zinkoxyd zu verhindern, welches, wie sich 1878 zeigte, Vergiftungserscheinungen hervorzurufen im Stande ist. In der That zeigten sich diese 1879 bei keiner einzigen Pflanze.

Von den 103 Pflanzen, mit welchen der Versuch eingeleitet wurde, gingen im Spätsommer nur 7 zu Grunde, was offenbar ein sehr günstiges Resultat ist.

Der Versuch dauerte vom 1. März 1879 bis 1. März 1880. Im Freien befanden sich die Pflanzen vom 1. April bis Mitte Oktober 1879. Die übrige Zeit hindurch waren sie in einem luftigen, geschlossenen, heizbaren Raum untergebracht.

---

[1]) Vergl. diese Zeitschrift Bd. II. Heft 4 und Bd. V. S. 435.

Die nachfolgende Tabelle (Seite 460—464) enthält nun die Versuchsresultate. Ueber ihre Einrichtung ist namentlich in Rücksicht auf das hierüber in der citirten Arbeit Gesagte nichts zu bemerken.

„Will man diese Versuchsresultate mit denen der Versuche 1878 vergleichen, so ist vor Allem nöthig, die Bedingungen, unter welchen beide diese Versuchsreihen stattfanden, zu untersuchen und zu vergleichen. Diese liegen theils in den Witterungsverhältnissen, theils im Versuchsmaterial und in der Methode, nach welcher die Versuche durchgeführt wurden.“

Das Versuchsmaterial war ein entschieden gesunderes, normaleres, wie schon daraus hervorgeht, daß nur 6—7% der Versuchspflanzen zu Grunde gingen, im Gegensatz zu 26% im Jahre 1878. Der Zustand der Versuchspflanzen 1879 ließ gar nichts zu wünschen übrig, was sich schon daraus ergiebt, daß sich dieselben erst im Laufe des Oktobers und Novembers entlaubten.

Bezüglich der Versuchsmethode ist hier namentlich hervorzuheben, daß die Versuchspflanzen 1879 entschieden feuchter gehalten wurden, was nach dem in der citirten Arbeit Auseinandergesetzten von entschieden günstigem Einflusse auf die Transpirationsgröße sein mußte.

Vergleicht man die Witterungsverhältnisse der beiden Versuchssommer, so ergiebt sich, daß 1879 die Regenmenge bedeutend kleiner war als 1878, daß ferner die Wasserverdunstungsmengen 1879 entsprechend größer und ebenso die Temperatur höher war als 1878.

Es betrug	1879		
	die Regenmenge.	die tägliche Verdunstung einer freien Wasserfläche.	die Temperatur. °C
April	99,5	—	8,8
Mai	154,4	1,17	11,7
Juni	109,5	1,56	18,3
Juli	104,2	1,49	16,9
August	39,9	1,52	18,4
September	33,8	1,18	15,2
Oktober	53,1	0,64	7,8

Vergleicht man die Temperatur- und Evaporimeterangaben vom Jahre 1879 mit denen vom Jahre 1878, so ergiebt sich folgende Uebersicht:

	1878		1879	
Juni (14—30)	18,3° C	1,20 mm	18,6° C	1,72 mm
Juli	17,4 „	1,22 „	16,9 „	1,49 „
August	17,6 „	0,72 „	18,4 „	1,52 „
September	15,1 „	0,56 „	15,2 „	1,17 „
Oktober (1—10)	9,5 „	0,33 „	10,5 „	0,97 „
Vom 14. Juni bis 10. Okt.	15,6 „	3,03 „	15,9 „	6,87 „

Man ersieht aus dieser Zusammenstellung, daß 1879 die Temperatur etwas höher war, und das Evaporimeter im genannten Zeitraume 2,27 mal mehr verdampfte, als im Jahre 1878. Es mußte daher im Jahre 1879 die Luft sehr viel trockener gewesen sein als 1878, was für die Beurtheilung der Versuchsresultate von entscheidender Bedeutung ist. Es werden demnach für 1879 entschieden höhere Transpirationstabellen zu erwarten sein, als die vom Jahre 1878 sind.

Nummer der Pflanze.	Name der Pflanze.	Aufstellung der Pflanze.	Blatttrockengewicht in Gramm.	Datum		Dauer der Belaubung in Tagen.	Thatsächliche (Gramm					
				des Laubausbruches.	der vollständigen Entlaubung.		in 12 Monaten: 1/III 1879 bis 1/III 1880.	in den				
								März 1879	April	Mai	Juni	Juli
56	Fraxinus excelsior	Sonne	7,29	1. Mai	25. Sept.	147	5795,5	8,5	6,1	49,5	1881,3	1542,1
15	"	Schatten	4,92	2. "	5. Nov.	187	4134,0	9,1	12,3	63,1	693,9	1035,1
17	"	"	1,38	8. "	29. Okt.	174	1359,9	9,1	13,2	16,0	153,0	395,5
35	"	"	4,61	29. April	29. "	183	6005,6	8,1	6,9	197,1	1243,2	1878,0
106	"	Halbschatten	19,9	4. Mai	25. "	174	17244,5	13,6	15,3	935,9	3758,7	3639,5
115	"	"	14,40	4. "	24. "	173	18960,3	14,3	16,1	1071,8	3874,5	4612,5
94	"	Sonne	10,3	10. "	23. "	166	8475,6	13,6	11,5	513,2	1851,0	1877,0
51	Betula alba	"	5,93	8. April	1. Okt.	176	3976,9	10,1	120,2	603,2	864,1	1105,9
110	"	Halbschatten	15,6	9. "	25. "	199	19716,2	13,1	571,3	1348,0	2371,3	3802,9
111	"	"	22,60	9. "	29. "	203	19624,3	15,3	19,1	1569,0	3146,0	5534,8
79	"	Sonne	9,22	9. "	1. "	145	5465,9	11,2	10,9	962,0	1134,0	1177,5
97	Fagus sylvatica	Sonne	9,22	30. "	23. "	176	9328,0	19,5	18,3	988,1	1855,1	2059,8
30	"	"	7,07	15. Mai	23. "	161	3009,6	22,0	17,3	95,3	631,0	682,5
63	"	"	6,09	8. "	26. Nov.	202	5182,1	8,1	12,3	301,0	1128,0	1670,0
65	"	"	1,50	1. "	23. Okt.	175	2772,8	8,1	9,2	94,0	428,0	630,1
54	"	"	3,24	12. "	15. "	156	1778,6	13,1	11,0	123,5	555,1	377,1
27	"	"	3,22	10. "	23. "	166	1398,5	8,1	7,2	64,3	188,0	435,7
84	"	Schatten	7,32	11. "	29. "	171	5716,4	14,3	15,1	411,0	1138,0	1259,4
76	"	"	10,5	25. April	15. "	173	7002,2	20,1	35,2	566,0	1561,0	1702,5
72	"	"	6,17	11. Mai	29. "	171	3981,7	10,3	11,4	300,5	975,0	737,4
53	"	"	1,6	25. April	29. "	187	3221,2	14,3	19,1	127,9	550,3	913,1
46	"	"	6,97	15. Mai	26. Nov.	195	5143,8	16,3	18,2	266,1	990,1	1222,5
118	"	Halbschatten	6,77	30. April	26. "	210	9110,6	16,3	18,2	990,5	2060,2	2358,3
91	"	Sonne	11,5	28. "	26. "	212	6825,1	25,1	28,3	596,1	1777,1	870,5
33	Fag. sylv. in d. Baumkrone	oben	7,57	1. Mai	23. Okt.	175	4193,0	12,1	14,6	511,1	871,3	1148,6
34	" "	mitten	6,41	30. April	4. Nov.	188	3623,7	12,3	16,1	459,1	621,3	613,5
62	" "	unten	3,38	1. Mai	4. "	187	3186,4	12,3	14,6	457,1	606,9	734,5
55	Carpinus Betulus	Sonne	5,55	10. April	5. Okt.	178	5193,7	8,3	200,1	365,1	996,0	1303,5
59	"	"	7,50	20. "	23. "	186	64896,1	11,3	65,3	162,3	966,7	1398,6
36	" (Haine)	Schatten	1,79	1. Mai	16. "	168	1395,4	18,3	19,1	78,1	197,9	301,5
22	"	"	5,35	1. Mai	29. "	181	4131,3	13,9	26,3	174,3	736,7	1213,1
101	"	Halbschatten	2,40	25. "	15. "	143	1457,5	14,1	17,3	23,3	273,3	424,5
113	"	"	7,02	10. "	3. Nov.	177	6851,7	14,6	18,3	54,9	889,3	1552,1
23	Ulmus campestris	Sonne	14,7	24. April	15. Okt.	174	7906,8	11,3	36,5	402,1	2238,9	1859,1
90	"	"	11,70	8. "	15. "	190	8150,6	12,1	219,3	688,1	1226,9	1819,0
61	"	Schatten	1,74	3. "	16. "	196	1664,9	6,3	87,4	199,1	379,1	394,0
7	"	"	2,50	9. "	29. "	203	2375,3	10,3	56,3	126,3	482,1	528,3
67	"	"	5,87	4. "	23. "	202	3950,1	52,1	103,9	237,1	780,9	860,3
6	Quercus pedunculata.	Sonne	6,63	3. Mai	15. "	165	3012,2	18,3	30,1	400,9	685,1	744,8
89	Quercus sessilifl.	Sonne	9,55	7. "	23. "	169	4895,5	54,1	60,2	214,0	850,1	788,7
44	"	Schatten	2,71	28. April	29. "	184	2890,6	20,1	31,5	82,3	468,5	612,3
18	Quercus Cercis	Sonne	11,2	2. Mai	23. "	174	3054,3	17,3	20,1	102,3	851,3	749,3
4	"	"	11,8	2. "	28. "	174	3239,2	20,3	31,6	94,1	908,7	797,5
96	"	"	11,2	3. "	23. "	173	6561,6	22,3	28,5	228,3	1022,3	1317,5
81	"	"	10,5	15. "	29. "	167	5374,5	14,1	18,9	69,1	1113,5	982,5
105	"	Halbschatten	26,6	12. "	17. Nov.	189	2028,8	40,3	43,1	497,8	3171,7	3995,5
107	"	"	14,1	17. "	25. Okt.	161	11381,7	31,3	40,2	162,3	1830,4	2687,5
117	"	"	10,7	7. "	4. Nov.	181	12942,6	21,3	26,1	842,5	1212,4	3036,0

…ranspiration (…asser)									Vom 1/III. 1879 bis 1/III. 1880.	Transpirationsgröße in Gramm auf 100 g Trockensubstanz der Blätter								
…onaten							im Zeitraum			in den Monaten							im Zeitraum	
…g.	Sept.	Okt.	Nov.	Dec.	Jan. 1880.	Febr.	v. 1/IV bis 31/X 1879.	v. 1/XI 1879 bis 30/III 1880.		April	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Okt.	v. 1/IV bis 31/X 1879.	v. 1/XI 1879 bis 30/III 1880.
20,0	662,5	6,5	6,4	5,2	5,9	1,5	5768,0	27,5	79500	84	679	25807	21150	22222	9088	88	79122	377
60,0	900,0	220,5	11,9	12,2	13,4	2,5	4084,9	49,1	84019	250	1282	14104	21040	23577	18290	4481	83020	999
07,1	266,5	78,5	4,1	3,2	2,6	11,1	1329,8	30,1	98543	957	1159	11088	28659	29500	19312	5688	96362	2181
43,5	987,0	231,3	3,1	2,3	4,1	1,0	5987,0	18,6	130273	149	4270	26966	40737	31312	21410	5017	129870	403
62,5	4615,0	965,5	9,6	11,2	11,7	6,0	17192,4	52,1	86655	77	4703	18888	18289	16394	23191	4852	86394	261
23,0	2938,5	988,1	6,3	6,2	7,0	2,0	18924,5	35,8	131670	1118	7443	26906	32812	37798	20406	6862	131421	249
09,5	1437,1	241,5	7,2	6,1	5,9	2,0	8440,8	34,8	82288	112	4983	17966	18223	24364	13952	2345	81950	338
93,5	340,5	19,5	10,1	5,2	2,1	2,5	3946,9	30,0	67064	2027	10172	14572	18649	15067	5742	329	66558	506
23,5	3543,5	1501,5	12,6	13,1	12,9	2,5	19662,0	54,2	126386	3662	8641	15200	24378	41818	22714	9625	126038	348
72,1	2770,1	1148,9	13,1	8,9	22,0	5,0	19560,0	64,3	86833	85	6942	13920	24489	23770	12257	5080	86549	284
31,5	6,5	9,0	6,3	5,1	9,6	2,3	5431,4	34,5	59283	118	10433	12300	12771	23118	71	97	58908	375
91,5	1326,6	306,1	20,9	18,3	17,8	6,0	9245,5	82,5	101171	198	10717	20120	22340	29192	14388	3320	100276	895
01,0	564,0	243,5	15,3	14,1	18,1	5,5	2934,6	75,0	42568	245	1347	8925	9653	9915	7977	3444	41507	1061
88,0	703,0	232,0	14,1	13,0	8,1	4,5	5134,3	47,8	85092	202	4942	18522	27422	17865	11543	3809	84307	785
25,5	541,3	212,5	8,1	6,1	5,9	4,0	2740,6	32,2	184852	6133	62666	28533	42066	55333	36099	14166	182706	2146
28,1	269,4	68,3	12,1	10,9	8,0	2,0	1732,5	46,1	54895	339	3812	17132	11639	10126	8315	2108	53472	1423
83,1	259,5	136,5	4,5	5,5	4,1	2,0	1374,3	24,2	43430	224	1997	5838	13531	8792	8059	4239	42680	750
69,5	899,5	261,5	22,9	10,9	6,3	8,0	5654,0	62,4	77957	206	5614	15546	17205	22807	12288	3572	77104	853
00,1	1132,5	196,5	35,1	30,2	16,0	7,0	6893,8	108,4	65687	336	5390	14867	16214	16191	10786	1871	65655	1032
80,9	766,5	264,5	15,1	10,1	8,0	2,0	3936,2	45,5	64533	1851	4870	15802	11951	14277	12423	4287	63795	738
74,3	553,7	99,3	30,1	15,9	19,2	4,5	3137,2	84,0	202000	1193	7994	34394	57068	54643	34606	6206	196750	5250
81,2	819,6	371,5	20,6	19,1	15,0	3,5	5069,3	74,5	73799	261	3818	14205	17541	19816	11759	5330	72730	1069
13,1	982,5	315,5	17,3	14,6	11,9	12,0	9038,5	72,1	134573	269	1463	30431	34837	34167	14512	4660	133508	1065
34,5	1269,3	638,1	30,1	28,9	18,1	9,0	6713,9	111,2	59349	246	5184	15453	7569	13344	11037	5549	58382	967
98,5	565,4	107,1	20,9	18,3	11,1	14,0	4116,6	76,4	55310	193	6751	11509	15173	11869	7469	1414	54301	1009
70,5	620,9	160,5	20,1	15,1	10,3	4,0	3561,9	61,8	56532	252	7162	9692	9571	16700	9686	3504	55567	965
52,8	459,5	219,7	13,1	11,3	3,1	1,5	3145,1	41,3	94272	432	13523	17955	21731	19313	13595	6500	93050	1222
49,0	716,5	223,5	12,3	8,1	6,3	5,0	5153,7	40,0	93580	3605	6579	17946	23486	24306	12910	4027	92859	721
80,9	980,5	189,5	14,0	12,1	9,9	5,0	4843,8	52,3	65282	871	2164	12889	18647	14401	13080	2526	64584	698
59,5	275,5	59,7	29,1	20,3	20,1	16,3	1291,3	104,1	77954	1068	4363	10845	16842	20084	15391	3335	72138	5816
14,9	745,0	148,5	18,3	17,2	14,5	8,6	4058,8	72,5	77220	492	3258	13770	22674	18970	13925	2775	75865	1355
32,5	425,6	390,8	16,3	17,5	13,1	9,2	1387,3	70,2	60729	721	971	1138	17687	26354	17733	16283	57804	2925
03,6	1285,5	578,5	20,3	18,2	12,5	3,9	6782,2	69,5	97602	261	782	12668	22109	34239	18312	8240	96612	990
69,2	1293,6	143,0	20,1	14,3	10,6	8,1	7842,4	64,4	53787	348	2735	15231	12647	12716	8800	972	53349	438
65,5	1365,0	217,3	12,1	11,2	9,1	5,0	8101,1	49,5	69663	1874	5881	10486	15547	21028	11667	1853	69240	423
58,5	211,5	19,1	4,1	2,3	2,6	1,5	1648,1	16,8	95683	5023	11442	21787	22643	20603	12155	1097	94718	965
97,3	424,3	135,5	8,3	3,1	2,0	1,5	2350,1	25,2	95012	2252	5052	19284	21132	23892	16972	5420	94004	1008
15,1	755,5	132,5	6,3	4,1	1,3	1,0	2385,3	64,8	67293	1770	4040	13303	14656	17292	12870	2257	66189	1104
10,7	402,9	68,8	18,3	16,2	10,0	6,1	2943,3	68,9	45432	454	6046	10333	11232	9211	6076	104	44393	1039
41,5	1173,8	330,0	30,1	20,1	25,3	7,6	4758,3	137,2	51261	631	2240	8901	8258	14047	12291	3455	49825	1436
85,9	656,5	243,5	14,1	12,1	11,3	2,5	2830,5	60,1	106658	1162	3036	17287	22594	27155	24225	8985	104444	2214
87,8	399,3	156,2	24,3	20,1	14,3	12,0	2966,3	88,0	27270	180	913	7601	6690	6141	3565	1394	26487	786
38,5	489,5	97,5	19,9	16,1	14,0	11,5	3157,4	81,8	27451	268	798	7701	6758	6258	4148	827	26758	693
60,5	1378,1	190,9	40,3	30,9	23,1	19,3	6425,7	135,9	58585	255	2038	9127	11763	20182	12304	1704	57372	1213
55,3	652,3	279,5	30,1	15,7	15,0	10,5	5289,1	85,4	51185	181	658	10604	9357	20527	6212	2662	50372	813
41,5	3655,3	1257,6	40,9	41,3	32,3	11,5	18662,5	166,3	76411	162	1871	11924	15020	22712	13741	4728	70159	6252
49,5	2287,3	915,9	63,1	51,3	42,6	20,3	11173,1	208,6	80722	285	1151	12981	19060	22946	16222	6495	79242	1480
86,5	2381,5	709,1	50,3	40,6	20,9	15,3	12794,2	148,4	120959	244	7874	11331	28374	42865	22257	6627	119572	1387

Nummer der Pflanze.	Name der Pflanze.	Aufstellung der Pflanze.	Blatttrockengewicht in Gramm.	Datum des Laubausbruches.	Datum der vollständigen Entlaubung.	Dauer der Belaubung in Tagen.	Thatsächliche (Gramm … in 12 Monaten: 1/III 1879 bis 1/III 1880.	in den März 1879.	April	Mai	Juni	Juli
40	Alnus glutinosa	Sonne	11,8	9. April	23. Okt.	197	4940,9	25,6	261,3	538,3	846,7	1356,5
2	"	Schatten	4,8	9. "	29. "	206	6057,9	30,1	456,3	936,4	1218,6	1628,0
85	Alnus incana	Sonne	18,1	9. "	15. "	189	9241,2	11,3	170,1	560,3	2485,0	1704,0
88	"	"	24,4	12. "	23. "	194	10693,5	15,1	309,2	1128,0	2750,3	1764,9
83	"	"	12,3	9. "	15. "	189	8149,3	17,3	180,3	581,0	2438,1	1958,9
57	"	Schatten	4,08	9. "	8. Sept.	152	2637,7	11,3	71,3	121,0	677,3	1107,7
73	"	"	5,25	3. "	21. Okt.	170	4769,3	14,6	240,1	323,0	794,0	1176,5
75	"	"	4,60	4. Mai	5. Nov.	185	4143,9	11,3	100,3	135,3	612,1	732,5
8	Acer platanoides	Sonne	15,20	8. April	15. Okt.	190	6811,4	8,9	59,9	544,0	1825,0	1840,5
11	"	"	13,9	9. "	9. "	183	4008,7	10,3	56,3	369,1	713,1	969,3
9	"	Schatten	4,31	8. "	29. "	204	2728,2	8,2	31,3	343,1	593,2	575,2
10	"	"	4,45	5. "	29. "	207	3161,5	4,9	53,0	284,0	696,0	650,5
13	Acer pseudoplat.	Sonne	9,5	9. "	1. "	175	3946,7	9,0	66,3	440,1	1022,9	1425,
80	"	"	6,18	10. Mai	1. "	144	3644,8	19,1	21,3	132,0	1529,1	486,4
78	"	"	13,60	9. April	1. "	175	8714,5	16,3	139,1	1012,0	1743,1	2070,9
102	"	Halbschatten	24,8	14. Mai	16. "	155	17848,3	16,3	21,6	1082,5	3144,5	4691,5
104	"	"	19,5	5. "	16. "	164	14580,2	16,1	18,3	1307,0	2620,7	2642,8
14	"	Schatten	5,98	10. April	15. "	188	4022,0	8,3	121,3	251,3	605,3	991,5
60	Acer campestre	"	2,40	10. "	29. "	202	3074,4	6,3	100,1	210,4	562,6	653,5
25	Tilia grandifolia	Sonne	7,40	25. "	29. Sept.	157	7167,5	12,3	26,3	426,0	2293,3	1989,1
24	"	Schatten	3,32	9. "	29. Okt.	203	3676,6	10,3	119,3	218,3	696,3	808,4
58	Populus tremula	Sonne	5,52	20. "	15. "	178	4819,9	6,5	119,3	466,1	912,3	1022,7
64	Sorbus tormin.	Schatten	1,56	20. "	29. "	182	2726,9	11,3	49,6	141,3	392,2	557,5
48	Larix europaea	Sonne	0,74	15. "	30. Nov.	229	948,1	6,3	20,9	53,0	80,1	119,1
112	"	Halbschatten	15,2	7. "	30. "	237	15928,9	12,6	450,9	912,3	2191,7	3718,5
28	Abies excelsa	Sonne	25,2	2. Mai	—	365	6558,3	197,3	420,1	513,9	1307,1	1346,3
37	"	"	33,8	?	—	"	4730,1	203,1	206,4	205,1	493,2	851,1
82	"	"	22,0	15. Mai	—	"	7748,5	203,1	439,2	817,3	1216,3	1736,3
93	"	Halbschatten	22,2	22. "	—	"	8216,3	136,4	149,3	821,0	1441,3	1666,6
114	"	"	54,4	16. "	—	"	12790,1	250,3	420,6	970,1	1567,3	2287,5
16	"	Schatten	20,2	10. "	—	"	3156,7	70,3	75,9	374,1	516,9	759,5
26	"	"	25,1	10. "	—	"	5860,8	170,3	201,4	528,1	922,3	1336,5
68	"	"	41,2	?	—	"	5055,2	150,3	160,3	352,3	707,3	1060,2
69	Abies pectinata	Sonne	63,1	?	—	"	4771,3	110,1	140,2	231,1	483,2	1047,7
19	"	"	37,5	1. Mai	—	"	2877,7	71,3	110,4	421,0	615,0	582,3
77	"	"	35,6	18. "	—	"	—	72,5	110,5	341,3	464,3	693,0
49	"	Schatten	29,0	?	—	"	2793,4	40,3	60,1	143,0	393,1	565,0
39	Pinus silvestris	Sonne	11,0	?	—	"	1311,9	20,3	30,6	160,0	297,9	183,7
86	"	"	32,7	?	—	"	4252,9	50,6	49,3	89,0	535,1	962,5
87	"	"	25,4	?	—	"	2533,0	111,1	210,3	312,0	318,0	311,9
116	"	Halbschatten	193,0	?	—	"	20191,5	190,9	215,6	401,3	2538,7	5358,3
45	Pinus Laricio	Sonne	24,0	?	—	"	1824,9	39,3	54,1	58,0	197,3	370,5
74	"	"	28,2	?	—	"	3552,8	36,3	40,1	193,1	583,1	674,8
3	Pinus in der Baumkrone	oben	27,8	?	—	"	—	—	—	366,5	542,5	209,0
21	" "	mitten	34,3	?	—	"	3310,0	60,9	140,3	452,3	687,7	363,2
29	" "	unten	37,4	?	—	"	3412,7	60,3	136,9	423,1	619,9	490,1
70	" "	Schatten	17,4	?	—	"	731,7	44,1	49,3	149,1	203,1	144,8
42	" "	"	14,3	?	—	"	3555,9	80,3	111,1	321,9	654,1	615,0

anspiration (…sser)									Vom 1/III 1879 bis 1/III 1880.	Transpirationsgrößen in Gramm auf 100 g Lufttrockensubstanz der Blätter								
…naten							im Zeitraum			in den Monaten							im Zeitraum	
g.	Sept.	Okt.	Nov.	Dec.	Jan. 1880.	Febr.	v. 1/IV bis 31/X 1879.	v. 1/XI 1879 bis 30/III 1880.		April	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Okt.	v. 1/IV bis 31/X 1879.	v. 1/XI 1879 bis 30/III 1880.
5,1	720,4	274,5	14,1	18,2	7,7	7,5	4872,8	68,1	41872	2214	4561	7175	11496	7416	6105	2326	41295	577
0,5	675,1	239,4	10,3	9,6	9,1	4,5	5994,3	63,6	126205	9506	19508	25387	33916	17510	14064	4987	124880	1325
1,8	1046,7	204,5	14,9	18,6	16,5	12,5	9172,4	68,8	51057	939	3095	13729	9414	16584	5783	1130	50676	381
6,1	1611,5	540,1	25,3	23,9	10,8	8,3	10610,1	83,4	43826	1267	4623	11271	7233	10271	6604	2213	43484	342
1,5	728,5	262,5	18,1	18,5	15,4	14,2	8070,8	78,5	66254	1468	4723	1982	15925	15621	5923	2134	65616	638
2,3	23,5	12,3	9,1	7,2	7,4	6,3	2596,4	41,3	64649	1747	2990	16600	27149	14272	576	302	63637	1012
6,3	943,7	161,5	3,1	2,3	1,6	2,6	4745,1	24,2	90844	4573	6152	15123	22409	20247	17975	3076	90383	461
3,5	1043,5	458,5	14,6	10,6	9,2	12,5	4085,7	58,2	90084	2180	2941	13306	15924	21815	22685	9967	88819	1265
2,4	927,1	56,3	8,3	6,2	1,3	1,5	6785,2	26,2	44811	394	3579	12006	12108	10081	6099	371	44639	172
7,5	826,3	59,1	5,1	5,2	5,4	2,0	3980,7	28,0	28840	415	2655	5130	6973	7104	5944	425	28638	202
5,1	425,9	27,5	2,5	2,6	2,4	1,2	2711,3	16,9	68299	726	7960	13763	13345	16591	9881	638	62907	392
2,3	543,5	168,1	2,6	2,7	2,6	2,3	3146,4	15,1	71044	1191	6382	15640	14820	16681	12213	3777	70705	339
7,7	179,8	7,5	6,5	4,3	3,5	4,5	3918,9	27,8	41544	698	4632	10767	15001	8186	1887	782	41251	293
0,5	141,3	15,5	6,3	5,6	4,2	3,5	3606,1	38,7	58977	345	2136	24742	7870	20720	2286	251	58351	626
5,2	989,3	18,2	16,3	15,6	12,0	6,5	8647,8	66,7	64077	1028	7441	12817	15227	19671	7274	134	63587	490
5,4	2993,6	600,1	24,3	22,3	14,7	11,5	17759,2	89,1	71968	87	4865	12679	18917	21070	12071	2420	71609	859
4,1	2131,5	589,3	19,3	15,1	13,6	12,4	14503,7	76,5	74769	94	6702	13439	13552	26892	10930	2765	74377	392
4,5	664,0	98,1	6,3	4,2	3,7	3,5	3696,0	26,0	62241	2028	4202	10122	16580	16128	11103	1640	61806	435
6,5	581,9	184,1	3,2	3,1	3,2	2,5	3056,1	18,3	128102	4171	8766	23441	27229	30687	24246	7671	127340	762
5,1	285,5	10,0	8,4	8,1	6,9	4,5	7125,3	40,2	96829	355	5756	30990	26880	28312	3858	135	96286	543
1,1	565,4	205,9	6,2	6,1	5,8	3,5	3644,7	31,9	110741	3593	6575	20973	24349	31058	17030	6202	109780	961
8,5	785,5	183,5	3,4	3,7	4,9	3,5	4797,9	22,0	87317	2161	8445	16527	18527	24610	14230	2418	86918	399
6,5	538,8	138,7	9,2	8,1	8,2	5,5	2684,6	42,3	174801	3179	9058	25141	35727	55545	34539	8891	172090	2711
1,3	330,5	162,4	4,1	4,2	4,7	1,5	927,3	20,8	128120	2824	7162	10824	16095	21797	44662	21946	125310	2810
3,0	2569,5	997,0	12,3	11,6	11,1	8,4	15872,9	56,0	104795	2966	6002	14419	24464	33112	16904	6559	104427	368
9,1	761,5	363,0	179,0	172,3	182,7	106,0	5721,0	837,3	26024	1667	2039	5186	5342	4004	3021	1440	22702	3322
3,6	605,5	519,5	199,3	180,1	200,1	148,1	3804,4	925,7	13994	611	607	1459	2518	2732	1791	1587	11256	2738
1,2	912,1	336,3	219,3	131,2	166,2	150,0	6878,7	869,8	35220	1996	3715	5529	7892	6460	4146	1529	31267	3953
9,4	1093,1	237,9	170,3	165,2	125,5	140,3	7478,6	737,7	37010	672	3698	6492	8507	9321	4924	1071	33687	3323
6,5	1568,0	640,5	259,1	231,6	288,3	250,3	11560,5	1229,6	23511	773	1783	2881	4200	7548	2882	1177	21251	2260
6,5	358,0	163,5	60,1	50,2	49,3	32,4	2894,4	262,3	15628	376	1852	2559	3759	3200	1772	809	14329	1299
9,6	768,6	266,0	150,1	142,8	160,1	175,5	5062,5	798,3	23350	802	2104	3674	5324	4141	3062	1059	20170	3180
5,5	779,3	240,5	150,3	139,1	140,6	179,5	4295,4	759,8	12269	389	855	1716	2573	2416	1891	5831	10425	1844
2,5	742,0	460,5	120,0	121,9	93,6	128,5	4197,2	574,1	7563	222	366	766	1660	1731	1176	730	6653	910
6,1	307,6	86,5	63,5	60,1	68,9	45,0	2568,9	308,8	7673	294	1120	1640	1552	1190	820	231	6058	823
9,9	297,1	120,3	—	—	—	—	2726,4	—	—	311	958	1304	1946	1713	834	338	7659	—
1,3	541,0	218,0	33,1	30,4	26,0	37,1	2626,5	166,9	9633	207	493	1355	1948	2453	1865	735	9057	567
6,1	183,5	169,5	16,1	15,2	14,7	14,3	1231,3	80,6	11926	278	1455	2708	1670	1873	1668	1541	11193	783
5,3	1073,6	223,9	60,0	50,0	42,1	41,5	4008,7	244,2	13006	151	272	1636	2943	3288	3283	684	12259	747
3,1	342,0	105,5	91,3	84,7	93,0	110,1	2052,8	480,2	9972	828	1228	1252	1227	1783	1346	415	8082	1890
6,1	4047,1	1130,5	215,1	209,1	188,8	170,0	19217,6	973,9	10462	111	207	1815	2776	2863	2096	586	9957	505
5,2	297,5	121,8	88,1	73,1	69,5	78,5	1476,4	348,5	7603	225	242	822	1544	1646	1164	508	6151	1452
1,5	529,5	293,6	141,1	132,3	64,1	70,3	3108,7	444,1	12598	142	685	2067	2392	2913	1877	1041	11024	1574
7,1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1318	1951	967	925	—	—	—	—
3,3	468,1	119,1	70,1	60,2	59,7	77,1	2984,0	826,0	9650	409	1318	2005	1058	2197	1364	347	8699	951
5,3	475,1	92,5	61,3	50,2	56,5	71,5	3112,9	299,8	9125	366	1131	1657	1310	2340	1270	247	8323	802
5,9	19,3	16,5	14,3	12,1	10,9	12,3	638,0	93,7	4204	283	833	1167	832	321	111	97	3666	538
3,5	499,5	194,0	81,1	78,3	72,6	84,5	3159,1	396,8	24866	777	2251	4574	4300	5840	3493	1356	22091	2775

Trotz allen diesen Umständen, welche die Transpirationsgrößen erhöhen mußten, zeigt sich, daß die auf die einzelnen Topfquerschnitte entfallenden Regenmengen im Allgemeinen bedeutend größer sind, als die zu gleicher Zeit transpirirten Wassermengen. Es geht dies aus folgender Zusammenstellung hervor.

Monat.	Regenhöhe.	Der Topfquerschnitt			Absoluter Maximalverbrauch in Kil. bei Topf					
		I 284□cm	II 401□cm	III 707□cm	Nr.	vom Querschnitt I.	Nr.	vom Querschnitt II.	Nr.	vom Querschnitt III.
	mm	entspricht Kil. Regen								
April	99,5	2,82	3,99	7,03	2	0,46	82	0,44	110	0,57
Mai	154,4	4,38	6,20	10,91	2	0,94	88	1,13	111	1,57
Juni	109,5	3,10	4,39	7,74	25	2,29	88	2,75	115	3,87
Juli	104,2	2,95	4,18	7,36	25	1,99	78	2,07	111	5,53
August . . .	39,9	1,12	1,60	2,81	25	2,09	85	3,00	100	6,52
September . .	33,8	0,95	1,35	2,39	23	1,29	88	1,61	106	4,62
Oktober . . .	53,1	1,50	2,13	3,76	37	0,52	91	0,64	110	1,50
April bis Oktob.	594,4	16,82	23,84	42,02	23	7,84	88	10,61	110	19,66

Man ersieht aus dieser Tabelle, daß die Versuchspflanzen trotz den außerordentlich günstigen Transpirationsbedingungen, bedeutend weniger Wasser verbrauchten, als ihnen zu gleicher Zeit durch den auf sie entfallenden Regen geboten worden wäre, indem selbst die anspruchsvollsten Pflanzen nicht die Hälfte der Regenmenge verbrauchten. Nur im August und September, welche sich durch fast beständig heiteres Wetter auszeichneten, fielen die Regenmengen mehr oder weniger bedeutend geringer aus, als die maximalen Transpirationsgrößen. Wie man indessen aus der großen Tabelle ersieht, reichten sehr viele Exemplare selbst im August und September mit der Regenmenge aus.

Berechnet man die mittleren Transpirationsgrößen der einzelnen Baumarten, indem man hierbei auch auf die Schatten, Halbschatten und Sonnenpflanzen Rücksicht nimmt, so erhält man im Durchschnitt folgende Zahlen:

		pro 100 g Lufttrockengewicht mittlere Transpirationsgröße			
		aller Exemplare.	der Schattenexemplare.	der Halbschattenexemplare.	der Sonnenexemplare.
Laubhölzer	(71)	78900	94350	88783	62683
Immergrüne Nadelhölzer	(22)	13488	13289	16383	12281
Lerche	(2)	114868	—	104407	125310

Es ergiebt sich hieraus, daß die Laubhölzer bedeutend mehr Wasser pro 100 g Lufttrockengewicht verbrauchten, als die immergrünen Coniferen. Das Verhältniß der Transpirations-Intensität der letzteren zu den Laubhölzern stellt sich wie 1 : 6. Die Lerche gehört jedenfalls zu denjenigen unserer Holzgewächse, die am stärksten transpiriren.

„Aus der Tabelle ist auch zu ersehen, daß die Sonnenpflanzen relativ am schwächsten transpirirten. Im Jahre 1878 ergab sich hingegen ein geringer Ueberschuß zu Gunsten der Sonnenpflanzen, ca. 10%. Die Ursache dieser verschiedenen

Ergebnisse liegt einfacher Weise in den Witterungsverhältnissen. Je relativ länger es regnet, je anhaltender der Himmel bewölkt ist, desto mehr muß der Unterschied im Verhalten von Sonnen- und Schattenpflanzen ausgeglichen werden. Daher 1878 der geringe Transpirationsunterschied zwischen den Sonnen- und Schattenpflanzen.“

Ueber das Verhältniß der Versuchspflanzen hinsichtlich der Größe ihrer Transpiration giebt die folgende Tabelle Aufschluß, in welcher diejenigen Pflanzen außer Betracht geblieben sind, welche nur in ein oder zwei Exemplaren vorhanden waren.

1878.		1879.	
Birke	67987	Esche	98305
Esche	56689	Buche	85950
Haine	56251	Birke	84513
Buche	47246	Haine	75901
Spitzahorn	46287	Feldulme	75500
Bergahorn	43577	Stiel- und Traubeneiche	66221
Feldulme	40731	Bergahorn	61830
Stiel- und Traubeneiche	28345	Zerreiche	61422
Zerreiche	25333	Spitzahorn	51722
Fichte	5847	Fichte	20636
Weißföhre	5802	Weißföhre	10372
Tanne	4402	Schwarzföhre	9992
Schwarzföhre	3207	Tanne	7754

Man ersieht, wie in beiden Reihen Birke, Esche, Haine und Buche als die am stärksten transpirirenden Baumarten fungiren, die Eichen und Ahorne unter den Laubhölzern den letzten Rang einnehmen, während die immergrünen Coniferen in fast gleicher Aufeinanderfolge den Schluß der Reihen bilden.

Da die Coniferen das ganze Jahr hindurch belaubt sind, so ist nothwendig das Verhältniß der Transpirationsgröße derselben zu der der Laubhölzer kleiner, wenn man dasselbe für das ganze Jahr berechnet, als dann wenn man nur den Sommer in Betracht zieht.

Im Winter vermögen die Coniferen sogar mehr als die Laubhölzer zu transpiriren. Es geht dies mit Deutlichkeit aus obiger Tabelle hervor.

Zum Schluß zieht Verf. einen Vergleich zwischen den Evaporimeter-Angaben und den Verdunstungsgrößen einer Fichte und Buche, bei welchen fast tägliche Wägungen ausgeführt wurden. Es stellte sich hierbei heraus, daß eine constante und innige Beziehung zwischen der Transpiration und der Verdunstung einer Wasserfläche stattfindet (?) und daß es leicht ist, aus der großen Transpirationstabelle mit Hülfe der Evaporimeter-Angaben für die einzelnen Holzarten Verhältnißzahlen festzustellen, „die es gestatten, die von einem Baume oder einer bestimmten Waldfläche in einem bestimmten Zeitraume ausgesendeten Feuchtigkeitsmengen approximativ zu bestimmen, und so die festgestellten Zahlen für meteorologische Zwecke direkt zu verwerthen“. *E. W.*

***A. Forster.* Ueber den täglichen und jährlichen Gang der Verdunstung in Bern.** Jahrb. des tellurischen Observatoriums in Bern. 1878. 1879. 1880.

Unter dem großen, nach Nordosten gelegenen Jalousiegebäute der Thermometer wurde ein sehr empfindliches Waagevaporimeter aufgestellt und täglich zweimal Morgens 9 Uhr und Abends 9 Uhr beobachtet. Das Instrument ist, wie das von Director *Wild* beschriebene, auf dem Princip der Schnellwaage construirt; um die Empfindlichkeit zu vermehren, spielt die Axe auf einer Stahlschneide. Die verdunstende freie Oberfläche beträgt 250 □cm. Die folgende Tabelle enthält die Resultate dieser Messungen:

	1878.			1879.			1880.		
Monat.	Nachts.	Am Tage.	Summa.	Nachts.	Am Tage.	Summa.	Nachts.	Am Tage.	Summa.
	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
Januar . . .	—	—	—	1,7	5,4	7,1	1,5	2,9	4,4
Februar . .	—	—	—	3,4	6,0	9,4	3,0	5,9	8,9
März . . .	4,8	12,8	17,6	3,2	11,4	14,6	8,0	14,9	22,9
April . . .	4,7	15,2	19,9	4,5	13,9	18,4	6,5	15,7	22,2
Mai	7,3	26,5	33,8	7,4	19,4	26,8	12,2	21,7	33,9
Juni	7,6	22,1	29,7	11,8	25,8	37,6	11,9	22,3	34,2
Juli	11,6	27,7	39,3	10,6	20,9	31,5	20,7	28,3	49,0
August . .	9,5	18,0	27,5	9,3	19,4	28,7	7,1	17,7	24,8
September .	4,7	14,5	19,2	4,3	13,5	17,8	5,9	13,6	19,5
Oktober . .	4,8	9,7	14,5	2,0	7,6	9,6	5,1	7,8	12,9
November .	3,1	4,9	8,0	3,6	4,1	7,7	4,4	5,2	9,6
December .	1,4	3,0	4,4	0,7	1,8	2,5	4,1	5,0	9,1

Die beträchtlich stärkere Verdunstung während des Tages und der wärmeren Jahreszeit im Vergleich zu derjenigen während der Nacht und der kälteren Jahreszeit ergiebt sich mit voller Deutlichkeit aus vorstehenden Zahlen. *E. W.*

***A. Forster*. Ueber das Verhältniß der Angaben des Evaporimeter Piche zu denen des Wild'schen Waagevaporimeter.** Jahrbücher des tellurischen Observatoriums in Bern. Herausgegeben von Prof. Dr. *A. Forster*. 1879. 1880.

Verf. benutzte zur Messung der Verdunstung in Bern ein nach Wild construirtes empfindliches Waagevaporimeter, welches in dem nach Nordosten gelegenen, großen, luftigen Jalousiegebäude der Thermometer aufgestellt war und eine verdunstende Oberfläche von 250 □cm hatte, und ein Evaporometer Piche, so lange keine Gefahr des Erfrierens vorlag. Die Ablesungen erfolgten 9 Uhr Morgens und 9 Uhr Abends.

Die Monatssummen der Verdunstung des Tages und der Nacht und die Verhältnißzahl der beobachteten Verdunstung an beiden Instrumenten sind in nachstehender Tabelle niedergelegt.

1878.	April.	Mai.	Juni.
	mm	mm	mm
Waagevaporimeter	19,9	33,3	29,7
Evaporimeter Piche	40,1	67,7	60,9
Verhältnißzahl:	2,02	2,00	2,05

1879.

		Waagevaporimeter. mm	Evaporimeter Piche. mm	$V = \frac{\text{Evaporimeter Piche.}}{\text{Waagevaporimeter.}}$	
Mai	Nacht.	7,4	17,2	2,32	
	Tag.	19,4	44,6	2,30	
	Summe	26,8	61,8		2,31
Juni	Nacht.	11,8	20,1	1,70	
	Tag.	25,8	59,2	2,29	
	Summe	37,6	79,3		2,11
Juli	Nacht.	10,6	21,7	2,05	
	Tag.	20,9	47,5	2,27	
	Summe	31,5	69,2		2,19
August	Nacht.	9,3	18,9	2,03	
	Tag.	19,4	45,5	2,34	
	Summe	28,7	64,4		2,24
September	Nacht.	4,3	8,6	2,00	
	Tag.	13,5	29,4	2,18	
	Summe	17,8	38,0		2,13
Oktober	Nacht.	2,0	5,0	2,50	
	Tag.	7,6	17,2	2,26	
	Summe	9,6	22,2		2.31
				Mittel:	2,22.

1880.

		Waagevaporimeter. mm	Evaporimeter Piche. mm	V	
Mai	Nacht.	12,2	22,7	1,86	
	Tag.	21,7	46,5	2,14	
	Summe	33,9	69,2		2,04
Juni	Nacht.	11,9	21,6	1,82	
	Tag.	22,3	47,4	2,13	
	Summe	34,2	69,0		2,02
Juli	Nacht.	20,7	37,2	1,80	
	Tag.	28,3	59,2	2,09	
	Summe	49,0	96,4		1,77
August	Nacht.	7,1	14,3	2,01	
	Tag.	17,7	36,5	2,06	
	Summe	24,8	50,8		2,05
September	Nacht.	5,9	11,2	1,90	
	Tag.	13,6	28,6	2,10	
	Summe	19,5	39,8		2,04
Oktober	Nacht.	5,1	9,3	1,82	
	Tag.	7,8	16,8	2,16	
	Summe	12,9	26,1		2,02
				Mittel:	1,99.

Im Jahresmittel verdampfte also von der Papieroberfläche des Evaporimeter Piche 2,22 resp. 1,99 mal so viel Wasser als von der freien Wasseroberfläche des Evaporimeter Wild. *E. W.*

M. Kunze. **Das Evaporimeter Piche und seine Angaben in Beziehung zur Verdampfung freier Wasserflächen.** Zeitschrift der österr. Ges. für Meteorologie. 1881. Bd. XVI. Jännerheft. S. 30 u. 31.

Ueber die früheren, obigen Gegenstand betreffenden Untersuchungen haben wir bereits früher in dieser Zeitschrift (1880 Bd. III S. 207) referirt. Die Vergleichungen erstreckten sich damals auf die Zeit vom 20. Oktober bis 14. November. Verf. hat diese Vergleichungen im Jahre 1880 während der frostfreien Zeit fortgesetzt und folgende Zahlen erhalten:

	Verdunstungsgröße in Millimetern						
	in der Metallschale.			in dem Evaporimeter Piche			Bemerkungen.
Monat.	Nacht.	Tag.	Summe.	Nacht.	Tag.	Summe.	
April	5,14	27,97	33,11	7,93	41,49	49,42	25 Tage ausgeschl. 1—5
Mai	7,25	26,95	34,20	9,78	37,98	47,76	29 „ „ 1 u. 20
Juni	7,52	34,27	41,79	11,14	46,12	57,26	
Juli	8,69	35,00	43,69	12,38	47,18	59,56	
August	4,88	24,90	29,78	8,24	35,50	43,74	
September	7,08	28,19	35,27	10,41	39,18	49,59	
Oktober	5,55	12,21	17,76	8,50	17,35	25,85	22 „ „ 23—31.

Bildet man die Quotienten-Metallschale: Evaporimeter Piche, so ergeben sich die folgenden Werthe:

	Quotient für			Mittel der Temperatur rel. Feuchtigkeit während der Beobachtungszeit.	
Monat.	die Nacht.	den Tag.	die Summe.	°C	%
April	0,648	0,674	0,670	9,01	69,6
Mai	0,741	0,710	0,716	10,71	74,7
Juni	0,675	0,743	0,730	14,93	75,5
Juli	0,702	0,742	0,732	17,20	73,7
August	0,592	0,702	0,681	15,46	82,3
September	0,680	0,716	0,711	13,67	77,3
Oktober	0,658	0,704	0,687	9,21	84,3

„Man bemerkt sogleich, daß diese Quotienten ziemlich regelmäßig mit der Temperatur steigen. (Vergl. oben D. Ref.) Nur der Monat August macht eine Ausnahme: bei diesem sind die Quotienten zu klein. Diese Unregelmäßigkeit steht offenbar im Zusammenhang mit der großen relativen Feuchtigkeit dieses Monats. Die Verdunstungsgrößen, welche von einer Wasserfläche in einer flachen Metallschale erhalten werden, sind sonach mit denjenigen, welche das Evaporimeter Piche liefert, nicht vergleichbar.

Die Verdunstungsbeobachtungen werden daher erst dann Werth erhalten, wenn dieselben an übereinstimmend construirten Instrumenten angestellt werden. Offenbar können nur Instrumente, welche die verdunstete Wassermenge zu wägen gestatten, als Verdunstungsmesser in Frage kommen.“ *E. W.*

G. Cantoni. **Ueber die zweckmäßigste Form und Aufstellung der Verdunstungsmesser.** Rendiconti del R. Instituto Lombardo, Serie II. Vol. XII.

1879. p. 941 und Zeitschrift der österr. Ges. für Meteor. 1881. Bd. XVI. Jännerheft. S. 39.

Schon in einer Note an den Meteorologencongreß in Rom hat Verf. aufmerksam gemacht, daß die Menge des verdunsteten Wassers nicht nur von den äußeren Bedingungen der Temperatur und Feuchtigkeit der Luft und der Verdunstungsoberfläche abhängt, sondern überdies auch von der Menge des im Gefäße enthaltenen Wassers, von der Masse und Wärmeleitungsfähigkeit des Gefäßmateriales, vom Verhältniß der Flüssigkeitsmenge zur Gefäßoberfläche, vom Verhältniß der Gefäßöffnung zur Tiefe der restirenden Flüssigkeit, sowie vom Luftwechsel um das Gefäß.

Da überdies, um vergleichbare Resultate zu bekommen, auch die Bedingungen der Exposition gleich sein müssen, so stellt sich die Frage nach einem tauglichen Evaporimeter und seiner Anwendbarkeit wohl noch schwieriger, als die Ermittelung der wahren Lufttemperatur.

Die richtigsten Daten, und am ehesten vergleichbar, giebt nach den Untersuchungen des Verfassers ein dem Evaporimeter von *Piche* ähnliches Instrument. Es zeigte sich nämlich, daß Wasser in einer engen Eprouvette von dünnem Glase am leichtesten die Temperatur der Luft annimmt, wodurch eine Hauptbedingung für ein richtiges Resultat erreicht wird. Frei der Sonne ausgesetzt, gaben alle größeren Gefäße bis zu 6° und 7° C Temperaturüberschuß über die umgebende Luft. Ein Evaporimeter nach Art einer Eprouvette aber, von dünnem Glase, oben offen, 6—8mal höher als breit, nimmt selbst in der Sonne mit genügender Schnelligkeit die Lufttemperatur an.

Schon *Frascoli* hat ein diesen Bedingungen entsprechendes Evaporimeter construirt. Ein kurzer Glascylinder communicirt mittels einer doppelt gebogenen Röhre mit einem langen engen Rohre, das zum Messen des verdunsteten Wassers dient; auf die Oeffnung des Glascylinders wurde ein Papier gelegt. Nur die Montirung führte eine Fehlerquelle ein, da die Skala und der Fuß von Metall gemacht war, wodurch die Temperatur des Wassers einen Ueberschuß erhielt. Es ist klar, wie diesem Uebelstande abgeholfen werden kann.

Cantoni stellt nun das von ihm erfundene Evaporimeter folgendermaßen her: Eine Glasröhre von 9 mm äußerem Durchmesser und 50 mm Höhe communicirt mittels eines doppelt gekrümmten Rohres mit der Meßröhre, die 3 mm Weite besitzt und horizontal zu liegen kommt, so daß ihre Verlängerung gerade die Oeffnung der Glasröhre trifft, auf welche ein Stück Papier gelegt wird. Hiedurch ist sowohl ein Ueberdruck an der Oeffnung und auf das Papier vermieden, als auch überhaupt gegen die Veränderlichkeit der am Papiere anliegenden Wasseroberfläche Vorsorge getroffen, wodurch diese Einrichtung des Evaporimeters der von *Piche* überlegen erscheint. Da überdies das Verdunstungsgefäß mittels der Communicationsröhre bedeutend von der Meßröhre absteht, und so frei von der Luft umgeben ist, sowie alles Metall und andere feste Körper möglichst fern gehalten sind, indem die Theilung in die Meßröhre selbst geätzt ist und das Evaporimeter auf einem hohen Fuße steht, so könnte es hiermit als das beste angesehen werden — natürlich, wenn man nichts weiter verlangt, als die bei einer bestimmten Temperatur von einer Wasseroberfläche verdampfende Menge in Erfahrung zu bringen.

Anm. des Ref. Die Angaben des vom Verf. construirten Apparates sind nicht geeignet, Schlüsse auf die Verdunstung einer freien Wasserfläche zu machen, weil letztere sich ganz anders gestaltet, als diejenige einer mit Wasser imprägnirten Papierfläche, wie die oben mitgetheilten Versuche von *A. Forster* und *M. Kunze* dargethan haben. Uebrigens ist die Verdunstungsgröße von der Beschaffenheit des Papiers wesentlich mit abhängig. *E. W.*

A. Forster. **Regenmessung in verschiedenen Höhen.** Jahrbücher des tellurischen Observatoriums in Bern. Herausgegeben von Prof. Dr. *A. Forster*. 1878. 1879. 1880.

In den Jahren 1878—1880 beobachtete Verf. während des Sommers und Herbstes zwei Regenmesser von gleicher Auffangfläche (1000 □ cm), von denen der eine auf der Zinne des viereckigen Thurmes in einer Höhe von 20 m, der andere auf der Terrasse vor dem Observatorium in einer Höhe von 2 m über dem Boden aufgestellt war. Der Höhenunterschied betrug also 18 m. Die folgende Tabelle giebt die Resultate der Messungen.

	1878.			1879.			1880.		
Monat.	Auf der Terrasse.	Auf dem Thurm.	Procentisches Verhältniß.	Auf der Terrasse.	Auf dem Thurm.	Procentisches Verhältniß.	Auf der Terrasse.	Auf dem Thurm.	Procentisches Verhältniß.
März	—	—	—	22,8	20,7	108,43	9,8	8,7	105,06
April	—	—	—	77,6	71,4	108,00	87,9	81,4	106,84
Mai	—	—	—	105,4	98,7	110,39	24,9	22,5	112,65
Juni	88,3	85,6	106,25	77,8	70,9	112,51	141,0	130,7	110,67
Juli	86,0	81,3	106,59	173,4	162,2	109,16	110,1	103,0	110,05
August . . .	140,1	133,3	107,10	106,0	96,0	110,48	144,05	132,65	109,33
September . .	50,0	47,8	108,20	98,9	87,1	114,02	81,85	75,15	110,60
Oktober . . .	84,7	80,3	105,49	82,7	72,9	109,86	176,3	161,6	109,86
Mittel:	—	—	**106,73**	—	—	**110,36**	—	—	**109,38**

Man erkennt aus dieser Zusammenstellung, daß der tiefere Regenmesser bei der auf dem tellurischen Observatorium gewählten Aufstellung im Monatsdurchschnitt 7—14 %, im Jahresdurchschnitt circa 7—10 % mehr Niederschlag sammelt, als das 18 m höher aufgestellte Ombrometer [1]).

Strouhal. **Regenmessung in verschiedenen Höhen.** Beobachtungen der meteorol. Stationen im Königreich Bayern von *v. Bezold* und *C. Lang*. München. *Theodor Ackermann*. 1881. S. XII. *E. W.*

Die vom Verf. erzielten Ergebnisse vergleichender Beobachtungen zwischen den Angaben eines im Hofe und eines auf dem Dache des physikalischen Institutes in Würzburg aufgestellten Regenmessers sind in folgender Uebersicht zusammengestellt:

---

[1]) Vergl. diese Zeitschrift Bd. I. S. 261. Bd. II. S. 119 u. 522. Bd. III. S. 203.

	Hof.	Dach.	Proc. Verh.
Juli	28,1	26,5	106,04
August	45,7	42,5	107,53
September	59,5	57,7	103,12
Oktober	138,2	128,1	107,88
		Mittel:	106,14.

Die Resultate dieser Versuche stehen also in Uebereinstimmung mit denen der oben und früher mitgetheilten Beobachtungen anderer Forscher *E. W.*

***A. O. Walker.* Ueber die Abnahme des Regenfalls mit der Höhe.** Zeitschrift d. österr. Ges. f. Meteor. 1881. Bd. XVI. Oktoberheft. S. 454.

Ueber die Abnahme des Regenfalls mit der Höhe werden in *G. J. Simons'* British Rainfall 1879. London 1880, neuere Beobachtungen von *A. O. Walker* in Chester angeführt. Der eine Regenmesser befand sich am Boden, der andere auf einem Schrotthurm in 160′ Höhe. Die Jahressumme des Regenfalls waren:

	Am Boden.	Auf dem Thurm.	Proc. Verh.
1878	29,56″	16,91″	174,8
1879	30,04″	17,60″	170,7

Verf. hat zwei Regenmesser auf dem Thurm angebracht und bemerkt: Der Regenfall ist stets größer auf der vom Winde abgewendeten Seite, d. h. auf der Ostseite, wenn der Wind von Westen kommt.

***A. Voller.* Ueber ein neues Absorptionshygrometer.** Verh. d. naturw. Vereins von Hamburg-Altona. Hamburg 1880.

Verfasser gelangte auf Grund mehrfacher Versuche zu dem Schluß, daß das *Edelmann*'sche Hygrometer[1]) die von ihm gehegten Erwartungen nicht erfüllte; die Angaben desselben erwiesen sich vielmehr als nicht übereinstimmend und völlig unzuverlässig. „Ohne Zweifel ist der Grund hierfür in der unzweckmäßigen Ausführung des an sich richtigen Grundgedankens zu suchen. Abgesehen davon, daß in dem *Edelmann*'schen Apparate die der Luft dargebotene Schwefelsäurefläche nicht groß genug ist, schreibe ich die mangelhaften Leistungen desselben namentlich dem Umstande zu, daß die absolute Trennung der eingeschlossenen von der äußeren Luft in Folge des Vorhandenseins von nicht weniger als 13 Communicationsstellen derselben (Hähne, Stöpsel, Tubuli etc.) nur schwierig zu erreichen ist. Es liegt auf der Hand, daß man nie sicher ist, ob alle diese 13 Stellen, von denen 6 durch Kautschuk auf Glas gedichtet werden, wirklich völlig geschlossen sind. Bei der Mehrzahl von etwa 30 mit großer Sorgfalt angestellten Versuchen zeigte denn auch ein allmähliches Sinken des Quecksilbers in dem mit dem Innern communicirenden Manometerschenkel, daß Luft von Außen in den Apparat eindrang."

Die gemachten Erfahrungen veranlaßten den Verf. zu versuchen, ein auf dem Absorptionsprincipe beruhendes Hygrometer in anderer, wenn möglich absolut zuverlässiger Weise zu construiren. Die Einrichtung des Apparates ergiebt sich aus der Zeichnung. *A* ist ein länglich eiförmiger Glasbehälter von etwa 150 ccm Inhalt; *B*, eine kleinere Erweiterung des Halses von etwa 8—10 ccm, dient zur Aufnahme der Schwefelsäure, welche durch *b* eingefüllt wird, beim Oeffnen von *c*

[1]) Vergl. diese Zeitschrift Bd. II. 1879. pag. 434—436.

an der inneren Wandung von *A* sich vertheilend herabfließt, und später durch *d* abgelassen werden kann. Um eine weite Ausbreitung der Schwefelsäure auf der Glaswand zu erreichen, ist unterhalb *c* in den kreisförmigen Querschnitt des Glashalses ein aus Glasstäbchen gebildeter Stern *e* eingeschmolzen.

Von *A* aus führt eine Glasröhre *f* senkrecht nach oben; dieselbe steht durch die Querröhre *g* mit dem oberen Theile des Gefäßhalses in Verbindung. Diese Röhre dient dazu, der durch die herabfließende Schwefelsäure verdrängten Luft Abfluß zu gestatten, ohne sie aus dem Gefäß zu entfernen; sie sammelt sich an der Stelle, der Säure in *B*. Der obere Theil dieser Röhre bei *a* dient gleichzeitig zum Aufsetzen des mit einer Millimeterskala versehenen Manometers. Ein in $^1/_5$ oder $^1/_{10}$ Grade eingetheiltes Thermometer *t* ist in das Gefäß *A* eingeschmolzen oder auch, behufs möglicher Fortnahme desselben, nur eingeschliffen und verkittet.

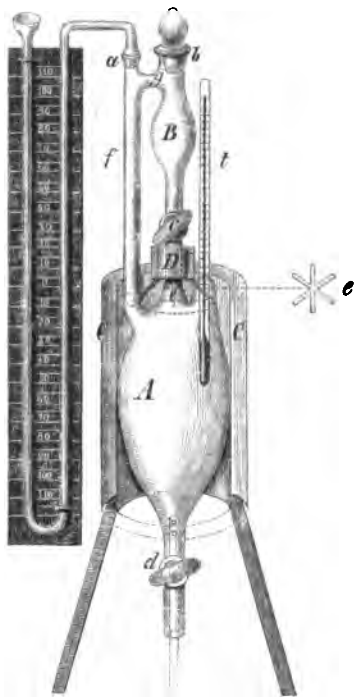


Fig. 2.

Als Manometerflüssigkeit kann bei großen Feuchtigkeitsmengen Quecksilber in einer kurzen Manometerröhre dienen. Zweckmäßiger ist es jedoch, um feinere Spannungsunterschiede sichtbar zu machen, eine leichtere Flüssigkeit in einer längeren Röhre anzuwenden. So lange die Temperatur nicht unter den Gefrierpunkt sinkt, kann man gefärbtes Wasser anwenden, da die Befürchtung, es möchten die durch das enge Manometerrohr in das Gefäß *A* etwa entweichenden Dämpfe einen störenden Einfluß ausüben, sich nicht bestätigt hat.

Behufs Abhaltung äußerer Wärmestrahlung ist das Instrument von einem doppelten Messingmantel *C C* so umschlossen, daß die Hähne *c* und *d* leicht erreichbar sind. Der Mantel dient mit Hülfe der Klemme *D* zugleich als Träger.

Die Handhabung des Apparates ist eine sehr einfache. Nachdem der Stöpsel *b*, sowie die Hähne *c* und *d* geöffnet worden, wird vermittelst eines an der Ausflußöffnung angelegten Schlauches kurze Zeit die äußere Luft durch den Apparat durchgesaugt. Hierauf wird der Hahn *c* geschlossen, *B* bis unterhalb *g* mit concentrirter Schwefelsäure gefüllt und dann der Stöpsel *b* eingesetzt. Nachdem die Temperatur *t* des Apparates constant geworden, wird diese, sowie der herrschende Barometerstand notirt, der Hahn *d* geschlossen und *c* geöffnet. Die Schwefelsäure fließt langsam an der inneren Wandung herab und sammelt sich über *d*; die verdrängte Luft geht nach *B*, so daß das eingeschlossene Luftquantum unverändert bleibt. Sofort beginnt die Absorption und ist schon nach wenigen Minuten fast

vollständig beendet; die Manometerflüssigkeit steigt in dem inneren Schenkel rasch empor und erlangt bald einen festen Stand. In Folge der Condensationswärme des Wasserdampfes und etwa nicht völlig vermiedener äußerer Bestrahlung findet während dessen gewöhnlich eine Temperaturerhöhung statt, die jedoch nach den Erfahrungen des Verfassers in der Regel nur zwischen 0,1 und 0,4° C. beträgt. Man wartet ab, bis die Temperatur des Apparates wieder constant geworden ist; die nun stattfindende Endtemperatur, die übrigens meist wieder gleich der Anfangstemperatur ist, wird nebst der Manometerdifferenz notirt. Eine Aenderung des Barometerstandes während der kurzen Zeit der Beobachtung wird in der Regel nicht stattgefunden haben.

Soll das Hygrometer zu mehreren aufeinander folgenden Beobachtungen benutzt werden, so wird das Manometer abgenommen und nach Ablassen der Schwefelsäure durch *a*, durch *b* Wasser eingefüllt, einige Male geschüttelt und dann das Wasser wieder entfernt. Hierauf wird durch Einfüllen und Schütteln mit Alkohol das an den Wänden adhärirende Wasser entfernt, der Alkohol abgelassen und der Apparat mit geöffneten Hähnen kurze Zeit stehen gelassen. Der zurückgebliebene Alkohol verdunstet rasch und die Temperatur gleicht sich bald wieder mit der der Umgebung aus.

Bezüglich der Berechnung des Wassergehaltes der Luft aus den beobachteten Daten verweisen wir auf das Original. *E. W.*

F. Tschaplowitz. **Hygrometrische Methoden und ein neues Hygrometer.** Landw. Versuchsstationen. Bd. XXVII. 1881. Heft 1. S. 65—76.

Verf. bespricht in der Einleitung verschiedene Methoden zur Feuchtigkeitsbestimmung der atmosphärischen Luft (*Klinkerfues*, *Daniell*, *August*, *Regnault*, *Döbereiner*) und gelangt zu dem Schluß, daß mehrere derselben nicht genaue Resultate lieferten oder zu complicirt seien. Die neuerdings von *Edelmann*, *Koppe*, *Rüdorff*, *Matern*, *Neesen* construirten Apparate scheinen dem Verfasser unbekannt geblieben zu sein. Verf. bemühte sich, eine einfache, leicht ausführbare Methode aufzufinden, welche an Genauigkeit der gewichtsanalytischen nahe kommt und den Vortheil rascher Ausführung zu bestimmten Zeitmomenten erlaubt.

Das in Fig. 3 versinnlichte Hygrometer zeigt eine flach convexe, im größten Querschnitt elliptische starkwandige Flasche *C* von etwa 2 Liter Inhalt, deren Hals eng und durch Graduirung in eine an 80 ccm fassende Bürette *B* verwandelt ist. Sie wird mittelst eines eingeschliffenen Pfropfens *E* verschlossen, welcher in einen langen, zweimal umgebogenen Stiel verläuft. Von *D* an zählt die Graduirung der Bürette; des Hahnes *H* bedarf es nicht, wenn man blos nach der ersten zunächst folgenden Methode arbeiten will. Diesem Bürettenhals gegenüber befindet sich eine zweite, aber sehr weite Oeffnung mit eingeschliffenem Stöpsel *A*, an welchem unten ein Thermometer von etwa —10° oder 15° C. bis +30 oder 40° C. messend, angeschmolzen ist, so daß dessen Kugel möglichst die Mitte des Apparates hält. Das Volumen des Gefäßes wird genau bestimmt. Zum Gebrauche stellt man das Gefäß in dem Untersuchungsraum geöffnet auf, oder man saugt durch das reine und trockene Gefäß rasch eine größere Menge der zu untersuchenden Luft, bis man sich versichert halten kann, nur derartige Luft, wie sie der Untersuchungsraum darbietet, im Gefäß zu haben, hierauf schließt man das Gefäß, die Bürette nach unten — notirt Barometerstand und Lufttemperatur, versichert

32*

sich der Uebereinstimmung letzterer mit dem Thermometer im Apparate und thut am besten, im Nichtfall denselben noch einmal zu öffnen. Hierauf bringt man den Apparat in einen kühleren Raum oder kühlt ihn durch Aufspritzen von Wasser etwas ab, hängt ihn in ein Gefäß *W* derart, daß *D* in reine concentrirte Schwefelsäure taucht, und öffnet *D*. Es steigt eine Quantität Schwefelsäure in die Bürette, man schließt wieder und schüttelt die Schwefelsäure gut im Apparat umher, wobei sie sämmtliche Luftfeuchtigkeit absorbirt. Man hängt das Gefäß nun wieder wie vorhin auf und öffnet *D*. Die Schwefelsäure sammelt sich in der Bürette und ihre Menge wird abgelesen, sobald das Thermometer die Anfangstemperatur angenommen hat, was man am einfachsten dadurch erreicht, daß man den Apparat in einen wärmeren oder kühleren Raum bringt. Aus der Anzahl der ccm Schwefelsäure, um welche sich das Gesammtvolumen des Apparates und der Bürette verminderte, läßt sich die veränderte Spannung und aus dieser der ursprüngliche Wassergehalt der Luft berechnen.



Fig. 3.

Zweite Methode. Man giebt, nachdem *A* und *H* geschlossen und die Bürette nach oben gewendet worden, ein bestimmtes Quantum Schwefelsäure in diese, schließt *E*, notirt die Menge der Säure und läßt diese durch den Hahn *H* nach *C* laufen, verfährt im Uebrigen wie oben.

Dritte Methode. Sie besteht darin, daß die Luft in *C* mit Wasser gesättigt und alsdann deren Volumenzunahme wie oben bei der Schwefelsäure beanspruchenden Methode bestimmt wird. Die Volumenzunahme zeigt aber diesmal die Vermehrung der Spannung, aus welcher sich die Wasserdampfmenge, welche die Luft vorher enthielt, berechnen läßt.

Vierte Methode. Endlich ist es möglich, die Menge des in der Luft enthaltenen Wasserdampfes auf die Weise zu bestimmen, daß man den Unterschied im Drucke, welchen sie nach ihrer Sättigung ausübt, gegen den Barometerstand bestimmt und mittelst *Regnault*'s Spannungstabelle berechnet. Hierbei wird, um die Methode empfindlicher zu machen, der Druck mittelst einer Wassersäule gemessen und die Höhe derselben durch das spez. Gewicht des Quecksilbers dividirt. Mit dieser Methode würde sich die einer Kohlensäurebestimmung verbinden lassen, wenn man als absorbirende Flüssigkeit Barytwasser oder eine Lauge anwendet, nur muß alsdann die Dampfspannung dieser Flüssigkeiten berücksichtigt werden. *E. W.*

Der Aneroïdbarograph, der Thermo- und Hygrograph von ***Hottinger u. Comp.*** in Zürich. Zeitschrift der österr. Gesellschaft für Meteorologie. 1881. Bd. XVI. Juliheft. S. 273—283.

Bei dem Aneroïdbarographen ist wie beim Mikroskop-Aneroïd von Prof. *Weilenmann*, eine Anzahl zusammengekoppelter Büchsen angewendet, um die Luftdruckschwankungen aufzunehmen. Die Büchsen sind jedoch nicht sich selbst überlassen, wie bei jenem System, sondern mittelst einer Feder gespannt

und dadurch in eine Lage gebracht, in der sie durch Erschütterungen oder Stöße nicht alterirt werden. (Siehe die Tafel VII.)

Das freie Ende der Spannfeder trägt eine Schneide *a*, diese wirkt auf den ausbalancirten Hebel *b*, der an seinem längeren Ende einen Stift trägt, welcher von Zeit zu Zeit durch das Herunterfallen des Hammers *c* (in der Zeichnung nur zur Hälfte gezeichnet) gegen den Papierstreifen *d* gepreßt wird und dort durch Eindrücken eines Punktes den jeweiligen Barometerstand markirt.

Die Schneide *a* kann in einem kleinen Schlitten durch Aufsetzen und Drehen eines Uhrschlüssels verschoben und dadurch der Ausschlag des Hebels *b* regulirt werden.

Durch ein Uhrwerk werden die gezahnte Stundenscheibe *e* und die Friktionsrolle *f* gedreht und diese schiebt den Papierstreifen *d* der Zeit proportional vorwärts. Die Stundenscheibe *e* rückt jede Stunde um einen Zahn vorwärts und drückt dabei den Daumen *g* so lange zurück, als der Zahn noch berührt. Ist der Daumen am höchsten Punkte angelangt, so ist er zugleich am weitesten zurückgedrückt, und in dem Augenblicke, da er diesen Punkt überschreitet, fällt er mit einer gewissen Kraft in die nächste Lücke; der am Arm *h* angebrachte Hammer *c* schlägt gegen den Stift am Hebel *b* und dieser markirt auf dem Papierstreifen einen Punkt. Mit der Schraube *k* kann der Fall des Hammers regulirt werden.

Jede Stunde wiederholt sich diese Operation und nach Verlauf von 48 Stunden erhält man einen Papierstreifen von 120 mm Länge, auf welchem 48 äquidistante Punkte verzeichnet sind.

Wenn das Papier die Friktionsrolle *f* passirt hat, so kann es von Zeit zu Zeit auf die Rolle *l* aufgewunden werden.

So lange der Barometerstand derselbe bleibt, wird auch der Markirstift seine Lage nicht ändern und die während dieser Zeit erfolgten Punkte müssen daher eine horizontale Linie bilden. Steigt das Barometer, so werden die Büchsen zusammengepreßt, der Stift am Hebel *b* bewegt sich der Uhr zu, nimmt hingegen der Luftdruck ab, so wird er auf die andere Seite hingeschoben.

Der Hebel *b* wird durch ein kleines Gewichtchen, das an der Zeichnung nicht sichtbar ist, stets an die Scheide *a* angedrückt.

Man sieht hieraus sofort, wie man nur nothwendig hat auf dem Papierstreifen eine Basislinie zu ziehen und den Abstand der Punkte von dieser zu messen, um eine den Aneroïdangaben ganz analoge Bestimmung zu erhalten. Die Einheit muß durch besondere Vergleichung mit dem Quecksilberbarometer näher bestimmt werden.

Die Basislinie wird durch einen zweiten Markirstift *m* hervorgebracht, welcher äquidistante Punkte auf das Papier aufdrückt, die alle gleiche Höhe haben.

Die Dimensionen sind so gewählt, daß die Maximalbewegung des Markirstiftes 60 mm beträgt, also mehr als ausreichend für die Veränderungen des Barometerstandes an einem Orte.

Man kann noch mit hinreichender Sicherheit 0,1—0,2 mm abgreifen und also auch auf dieselbe Größe genau den jeweiligen Barometerstand bestimmen.

Beim Beginn der Beobachtung wird die Stundenscheibe *e* auf die betreffende Stunde gedreht, d. h. man faßt dieselbe mit der einen Hand, den Kopf des Druck-

cylinders *n* mit der anderen und dreht diesen von rechts nach links, wodurch die Bewegung der Scheibe frei wird; nach erfolgter Einstellung muß durch entgegengesetzte Drehung von *n* die Scheibe wieder befestigt werden. Dann wartet man den ersten Punkt ab und notirt Monat, Tag und Stunde. Die Zeit wird beim Daumen *g* abgelesen. Die Uhr wird mit einem Schlüssel aufgezogen, der durch die Oeffnung des Druckcylinders *n* auf die Axe gesteckt werden kann.

Das Werk geht 10 Tage lang. Die Scheibe dreht sich, wie erwähnt, in 48 Stunden einmal herum, wobei stündlich eine Markirung erfolgt. Diese Zahl der Markirungen wird im Allgemeinen ausreichend und bequem sein; auf speziellen Wunsch kann die Einrichtung auch so getroffen werden, daß der Barometerstand viertelstündlich markirt wird.

Zwei Umstände verdienen noch besonders Erwähnung, es sind dies: Transport des Instrumentes nach einer höher oder tiefer gelegenen Station und Einfluß der Temperatur. Aus dem Gesagten geht hervor, daß bei einer bestimmten Stellung der Büchsen das Instrument nur im Stande ist, Aenderungen des Luftdruckes von 60 mm anzugeben.

Um diesen Registrator aber an jedem beliebigen Orte benützen zu können, ist die Einrichtung getroffen, daß sich das ganze Büchsensystem heben oder senken läßt, so daß es immer möglich ist, den Punktirstift in die Mitte des Papierstreifens zu bringen. Man dreht nach Aufsetzen eines Schlüssels bei *o* die Schraube so lange, bis der Zeiger den mittleren Barometerstand der betreffenden Station angibt, auf welcher das Instrument benutzt werden soll. Führt der Weg beim Transport über größere Höhen, so wird das Büchsensystem entsprechend dem niedrigsten Barometerstande, welcher während der Reise vorkommen kann, gestellt. Der zweite Punkt betrifft die Temperatur: Das Thermometer läßt zwar immer die Temperatur des Apparates leicht erkennen, da jedoch das Instrument selbstthätig wirken soll, so müßte entweder auch das Thermometer selbstregistrirend sein, oder eine mäßige Schwankung der Temperatur keinen Einfluß auf das Instrument ausüben. Letztere Bedingung ist für Temperaturschwankungen von 10—20° erfüllt, und da sich immer ein passender Platz finden läßt, wo dieselben während der Beobachtungsperiode geringer sind, so ist eine Complication des Apparates durch ein selbstregistrirendes Thermometer unnöthig. Gerade diese Compensation gegen Temperatureinflüsse in Verbindung mit dem äußerst einfachen Mechanismus des ganzen Apparates bedingen die wesentlichen Vorzüge dieses Registrirbarometers, welches auf einer Anzahl meteorologischer Stationen mit bestem Erfolg in Thätigkeit ist.

Um das Instrument vor Staub zu schützen, wird es unter ein Glaskästchen gestellt.

Die eben beschriebene Construction hat gegenüber der früheren folgende Vorzüge:

1. Der Apparat ist viel stabiler. Statt der früher hölzernen wird nun eine gußeiserne Bodenplatte verwendet, die mittelst Fußschrauben horizontal gestellt werden kann. Sämmtliche Axen werden in zwei festen Lagern geführt, wodurch jede zufällige oder willkürliche Verstellung ausgeschlossen wird.

2. Die Verstellung des Büchsensystems geschah bei der früheren Construction vermittelst eines seitlich angebrachten Schlittenwerkes. Bei der neuen Con-

struction ist die Schraube unmittelbar unter das Büchsensystem verlegt, wodurch es in allen Stellungen eine bedeutende Stabilität erhält.

3. Bei der früheren Anordnung ruhte das Büchsensystem nur auf seiner Unterlagsplatte und war oben nicht gehalten. Dies hatte den Uebelstand zur Folge, daß beim Transport Erschütterungen des ganzen Büchsensystems erfolgten, wodurch dasselbe sehr alterirt werden könnte. Bei der neuen Anordnung ist das Büchsensystem mittelst einer Feder gespannt und dadurch in eine Lage gebracht, aus der es durch Stöße oder Erschütterungen nicht mehr beliebig gebracht werden kann, jede zufällige Bewegung hört auf.

Es wäre nun nach dem bisher Gesagten nicht nöthig gewesen, den ganzen Apparat um 90° aufzudrehen. Folgende Betrachtung führte uns jedoch dazu, dem Apparate diese Lage zu geben.

Durch diese Lage wird die Markirung auf dem Papiere dem Beschauer zugewendet, was für die Beobachtung recht angenehm ist. Der Hammer fällt durch sein eigenes Gewicht und bedarf deshalb keiner Spannfeder mehr. Das Papier hat, da es nun horizontal aufruht, kein Bestreben zum seitlichen Ausweichen, wie dies bei der senkrechten Stellung etwa vorkommt. Wenn am Uhrwerk etwas nachzusehen ist, so muß der Apparat nicht mehr von der Unterlagsplatte abgehoben werden, man kann das Werk an der hinteren Seite aus dem Gehäuse heraus nehmen.

Während der vorstehend beschriebene Barograph ziemlich verbreitet ist und auf einer Anzahl meteorologischer Stationen zur Zufriedenheit functionirt, ist der Thermo- und Hygrograph weniger bekannt.

Er dürfte indessen mit der Zeit wegen seiner Einfachheit in der Construction und Handhabung bei verhältnißmäßig großer Genauigkeit der Aufzeichnungen wohl auch vielfach Verwendung finden, besonders an Stationen, wo die Aufstellung complizirter, kostspieliger oder großer Apparate aus irgend welchem Grunde nicht statthaft ist.

Die graphische Aufzeichnung der Temperatur und der Feuchtigkeit geschieht neben einander auf dem nämlichen Papierstreifen, nur getrennt durch eine gleichzeitig markirte Basislinie.

Der Apparat (siehe Tafel VIII) sitzt auf einer gußeisernen Unterlagsplatte, die mit Regulirschrauben in's Niveau gebracht werden kann. Er besteht aus zwei Theilen, aus den Receptoren und dem Registrirwerke. Dieses letztere ist möglichst gegen Außen abgeschlossen, während die ersteren vollkommen der freien Luft zugänglich sind, nur zum Schutze gegen die Unbilden der Witterung mit einem Blechdache, das in der Zeichnung jedoch weggelassen ist, bedeckt. Die beiden Seitenwände des Registrirwerkes sind mit Nuthen versehen in die Glasplatten zum Abschlusse eingeschoben worden. Vorne gegen die Receptoren schließt eine Blechwand ab, in welcher zwei Querschlitze angebracht sind, die den beiden Zeigern gerade genügenden Spielraum für ihre Bewegungen gewähren. Zum Aufbringen und Abnehmen des Papieres kann der Theil des Registrirwerkes *a*, in dem die Lager der Rollen angebracht sind, herausgezogen werden. Das Uebertragungsrad *b* kann mittelst einer Feder bequem ausgelöst oder eingeschalten werden.

Das Thermometer ist ein Metallthermometer, das seine Bewegung auf den Zeiger *c* überträgt.

Das Hygrometer, ein Haarhygrometer, bewegt den Zeiger *d*.

Die Wirkungsweise des Apparates ist nun folgende:

Der Papierstreifen *e* wird durch den Antrieb der Uhr *f* von einer Rolle ab- auf eine andere aufgewickelt.

Das gezahnte Stundenrad rückt jede Stunde um einen Zahn vorwärts und drückt hiebei den Daumen *g* so lange zurück, als der Zahn noch berührt. Ist der Daumen am höchsten Punkte des Zahnes angelangt, so ist er zugleich am weitesten zurückgedrückt, und in dem Augenblicke, in welchem er diesen Punkt überschreitet, fällt er mit einer gewissen Kraft in die nächste Lücke, der Hammer *h* schlägt gegen die Stifte, welche die Zeiger an ihren Enden tragen, und diese markiren auf dem Papierstreifen Punkte, welche, da das Papier der Zeit proportional vorrückt, in gleichen Abständen von einander abstehen.

Um das Zifferblatt *f* auf die Stunde zu stellen, wird die Klemmschraube *i*, welche dasselbe auf die Axe der Uhr andrückt, etwas herausgeschraubt, das Zifferblatt sitzt dann lose und kann gestellt werden. Hernach ist die Klemmschraube wieder anzuziehen. Die Zeit wird beim Daumen *g* abgelesen. Die Uhr wird auf der äußeren Seite aufgezogen und geht acht Tage.

Zur Regulirung der Stärke der Punkte dient die Schraube *k*.

Die Einheit des Maßes ist willkürlich und muß durch besondere Vergleichung mit Normalinstrumenten bestimmt werden. *E. W.*

R. Heinrich. **Das Wärmebedürfniß der Zuckerrübe.** Landw. Anz. d. mecklenb. patriot. Ver. 19. Jahrg. 1880. Nr. 49.

M. Kienitz. **Einfluß niederer Wärmegrade auf die Holzgewächse.** Zeitschr. f. Forst- u. Jagdwesen. 1881. Nr. 5.

Fr. Ninger. **Ueber die Einwirkung von Frostkälte auf die Zuckerrübe.** Zeitschr. f. Rübenzucker-Ind. in Böhmen. IV.

J. Maccagno. **Ueber den Einfluß der atmosphärischen Electricität auf das Wachsthum der Weinrebe.** Stazioni sperimentali agrarie italiane. T. X. 1880. 2. p. 83.

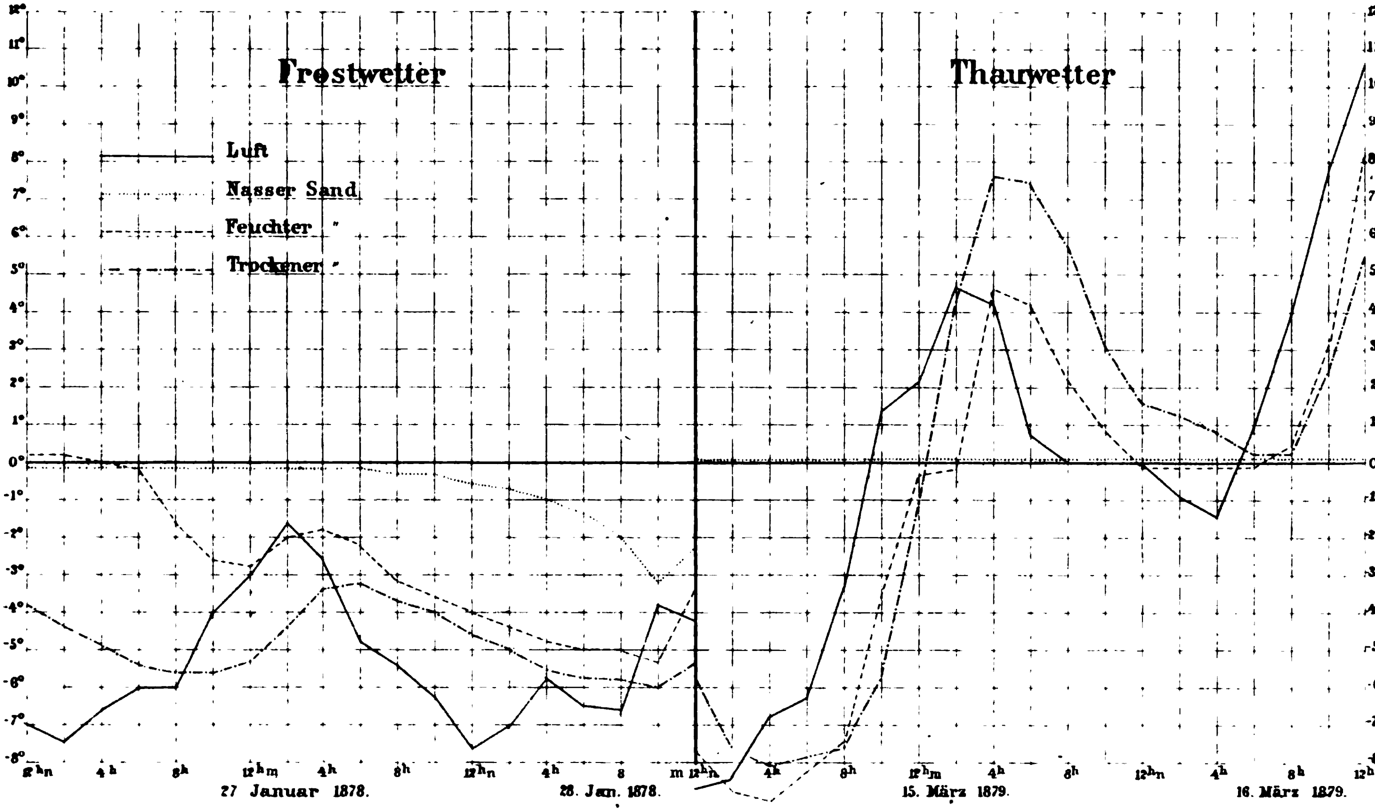
M. Staub. **Phänologische Beobachtungen** in Ungarn im Jahre 1879. Jahrb. d. ungar. Central-Anst. f. Met. Bd. IX. 1881.

J. Ziegler. **Vegetationszeiten in Frankfurt a/M.** im Jahre 1880. Jahresbericht d. phys. Ver. in Frankfurt a/M. 1879/80.

J. Hann. **Untersuchungen über die Regenverhältnisse von Oesterreich-Ungarn. II.** Zeitschrift d. österr. Ges. f. Met. Bd. XVI. 1881. S. 334.

J. van Bebber. **Geographische Vertheilung der barometrischen Minima.** Ibid. S. 414.

A. Sprung. **Eine periodische Erscheinung im täglichen Gange der Windrichtung.** Ibid. S. 419.



E. Wollny fec.

Carl Winter's Universitätsbuchhandlung Heidelberg

Lith. Anst. v. C. Welsbacher Darmstadt.

Fig. 1.

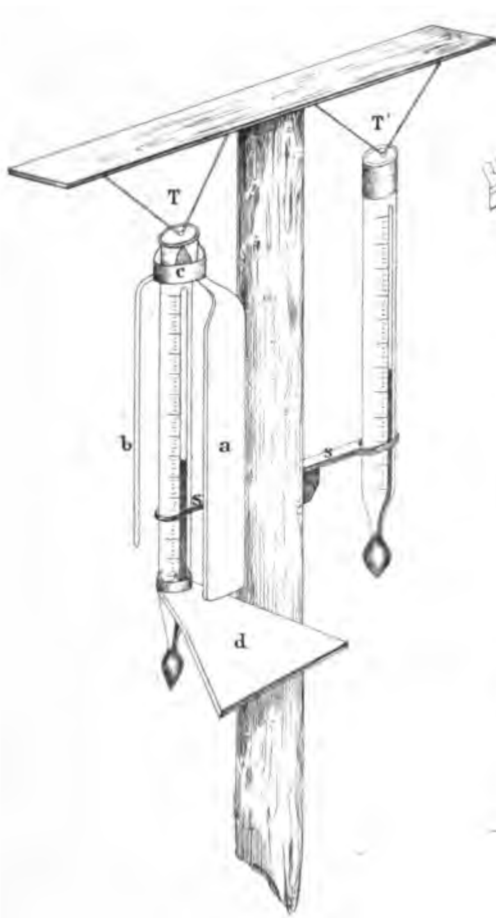
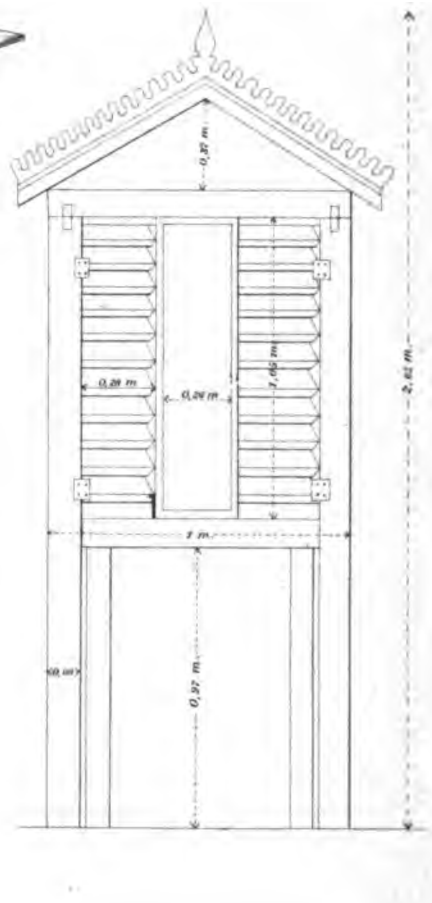


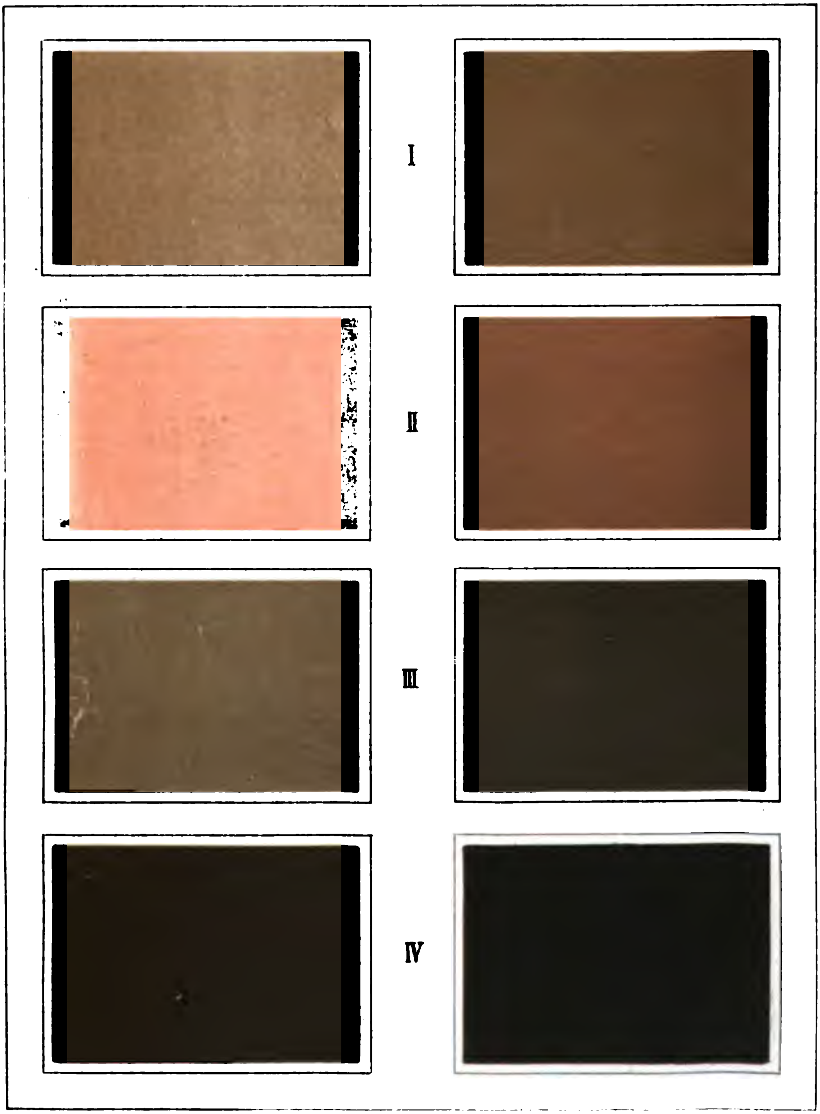
Fig. 2.



Langer fec.

Lith. Anst. v. C. Welsbacher Darmstadt

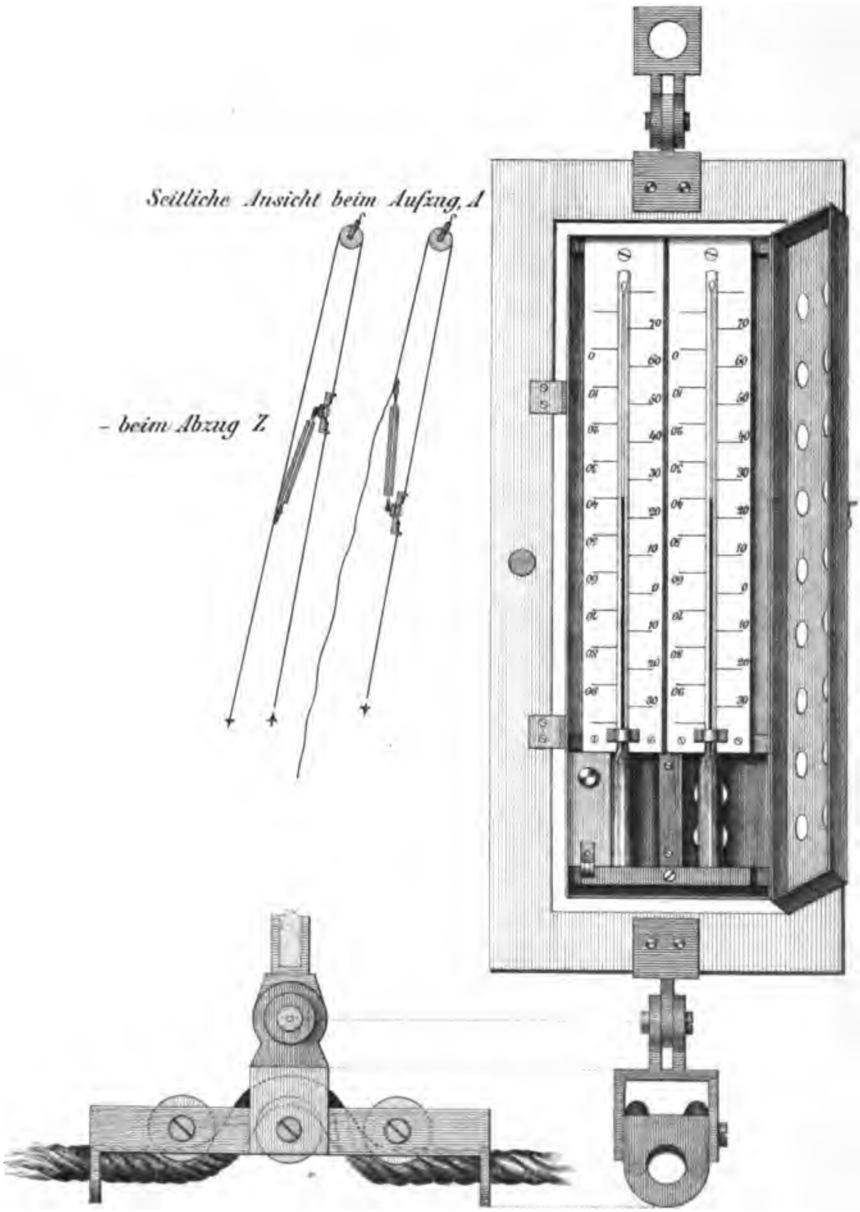
Carl Winter's Universitätsbuchhandlung Heidelberg



Lith. Anst. v. F. Wirtz, Darmstadt

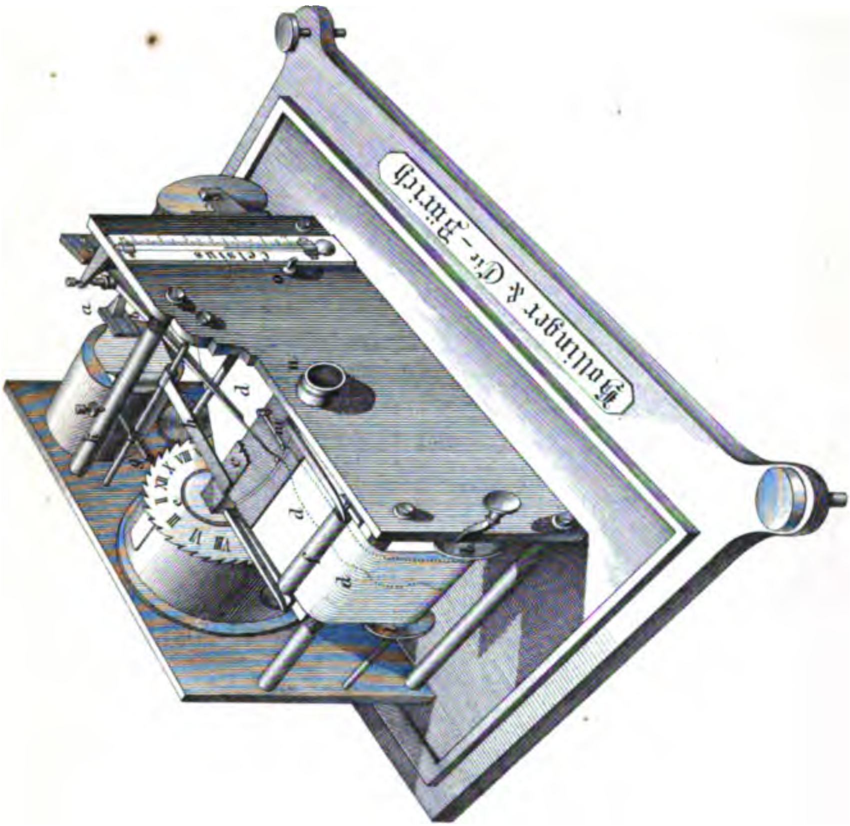
Trocken. Nass.

Carl Winter's Universitätsbuchhandlung, Heidelberg.



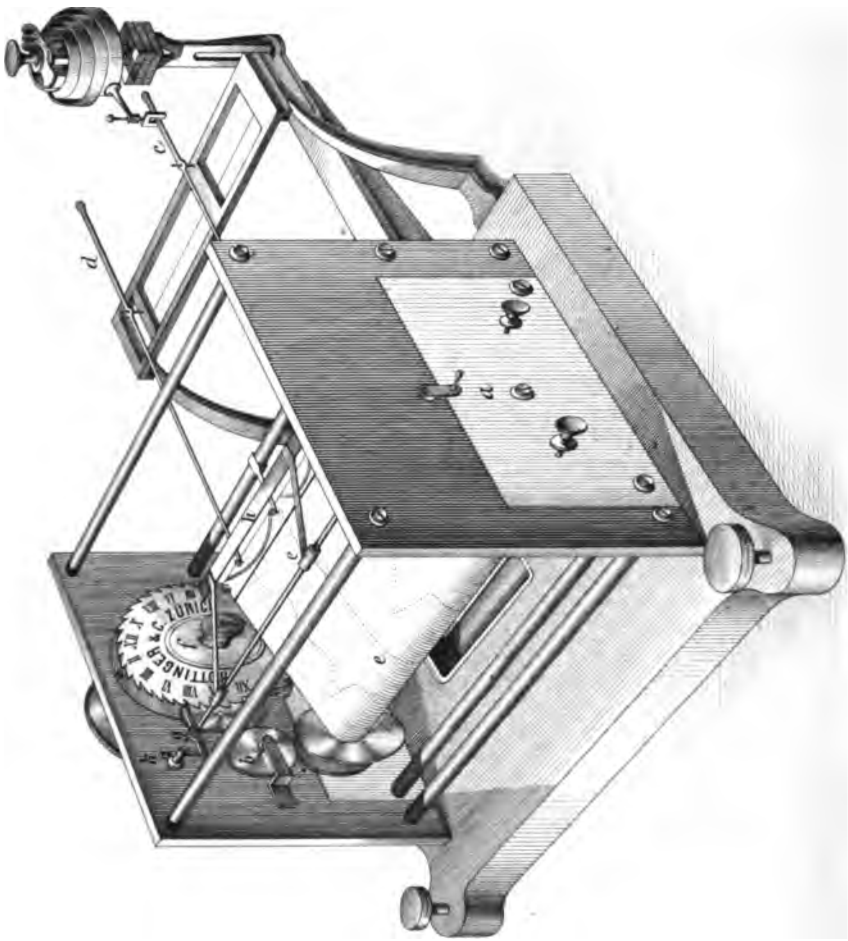
Lith. Anst. v. F. Wirtz, Darmstadt.

Carl Winter's Universitätsbuchhandlung, Heidelberg.



Lith. Anst. v. F. Wirtz, Darmstadt.

Carl Winter's Universitätsbuchhandlung, Heidelberg.



Lith. Anst. v. F. Wirtz, Darmstadt.

Carl Winter's Universitätsbuchhandlung, Heidelberg.

FORSCHUNGEN

AUF DEM

GEBIETE DER AGRIKULTURPHYSIK.

UNTER MITWIRKUNG DER HERREN:

DR. J. VAN BEBBER IN HAMBURG; PROF. DR. A. BLOMEYER IN LEIPZIG; PROF. DR. JOS. BÖHM IN WIEN; DR. J. BREITENLOHNER IN WIEN; PROF. DR. W. DETMER IN JENA; PROF. DR. E. EBERMAYER IN MÜNCHEN; DIRECTOR DR. J. FITTBOGEN IN DAHME; DR. G. HAVENSTEIN IN BONN; PROF. DR. R. HEINRICH IN ROSTOCK; PROF. DR. E. W. HILGARD IN BERKELEY (CALIFORNIEN U. S.); PROF. DR. F. VON HÖHNEL IN WIEN; PROF. DR. S. W. JOHNSON IN NEW-HAVEN (CONNECTICUT U. S.); PROF. DR. J. KÜHN IN HALLE A./S.; DR. C. KRAUS IN TRIESDORF; DR. C. LANG IN MÜNCHEN; PROF. TH. LANGER IN MÖDLING; DR. J. R. LORENZ VON LIBURNAU, MINISTERIALRATH IN WIEN; PROF. DR. A. VON LIEBENBERG IN WIEN; PROF. DR. A. MAYER IN WAGENINGEN (HOLLAND); DR. J. MÖLLER IN MARIABRUNN; PROF. DR. A. MÜLLER IN BERLIN; PROF. DR. J. NESSLER IN CARLSRUHE; PROF. DR. A. ORTH IN BERLIN; DR. R. PEDERSEN IN KOPENHAGEN; DR. W. RIEGLER IN WIEN; PROF. DR. E. VON RODICZKY IN UNGAR.-ALTENBURG; DR. W. SCHUMACHER IN BONN; DR. P. SORAUER IN PROSKAU; PROF. DR. A. VOGEL IN MÜNCHEN; DR. P. WAGNER IN DARMSTADT; PROF. DR. G. WILHELM IN GRAZ.

HERAUSGEGEBEN

VON

Dr. E. WOLLNY,

PROFESSOR IN MÜNCHEN.

VIERTER BAND. ERSTES UND ZWEITES HEFT.

MIT 1 HOLZSCHNITT.

HEIDELBERG.

CARL WINTER'S UNIVERSITÄTSBUCHHANDLUNG.

1881.

FORSCHUNGEN

AUF DEM

GEBIETE DER AGRIKULTURPHYSIK.

UNTER MITWIRKUNG DER HERREN:

DR. J. VAN BEBBER IN HAMBURG; PROF. DR. A. BLOMEYER IN LEIPZIG; PROF. DR. JOS. BÖHM IN WIEN; DR. J. BREITENLOHNER IN WIEN; PROF. DR. W. DETMER IN JENA; PROF. DR. E. EBERMAYER IN MÜNCHEN; DIRECTOR DR. J. FITTBOGEN IN DAHME; DR. G. HAVENSTEIN IN BONN; PROF. DR. R. HEINRICH IN ROSTOCK; PROF. DR. E. W. HILGARD IN BERKELEY (CALIFORNIEN U. S.); PROF. DR. F. VON HÖHNEL IN WIEN; PROF. DR. S. W. JOHNSON IN NEW-HAVEN (CONNECTICUT U. S.); PROF. DR. L. JUST IN CARLSRUHE; PROF. DR. J. KÜHN IN HALLE A./S.; DR. C. KRAUS IN TRIESDORF; DR. C. LANG IN MÜNCHEN; PROF. TH. LANGER IN MÖDLING; DR. J. R. LORENZ VON LIBURNAU, MINISTERIALRATH IN WIEN; PROF. DR. A. VON LIEBENBERG IN WIEN; PROF. DR. A. MAYER IN WAGENINGEN. (HOLLAND); DR. J. MÖLLER IN MARIABRUNN; PROF. DR. A. MÜLLER IN BERLIN; PROF. DR. J. NESSLER IN CARLSRUHE; PROF. DR. A. ORTH IN BERLIN; DR. R. PEDERSEN IN KOPENHAGEN; DR. W. RIEGLER IN WIEN; PROF. DR. E. VON RODICZKY IN UNGAR.-ALTENBURG; DR. W. SCHUMACHER IN BONN; DR. P. SORAUER IN PROSKAU; PROF. DR. A. VOGEL IN MÜNCHEN; DR. P. WAGNER IN DARMSTADT; PROF. DR. G. WILHELM IN GRAZ.

HERAUSGEGEBEN

VON

Dr. E. WOLLNY,

PROFESSOR IN MÜNCHEN.

VIERTER BAND. DRITTES UND VIERTES HEFT.

MIT 4 LITHOGR. TAFELN.

HEIDELBERG.

CARL WINTER'S UNIVERSITÄTSBUCHHANDLUNG.

1881.

FORSCHUNGEN

AUF DEM

GEBIETE DER AGRIKULTURPHYSIK.

UNTER MITWIRKUNG DER HERREN:

Dr. J. van BEBBER in Hamburg; Prof. Dr. A. BLOMEYER in Leipzig; Prof. Dr. J. BÖHM in Wien; Dr. J. BREITENLOHNER in Wien; Prof. Dr. W. DETMER in Jena; Prof. Dr. E. EBERMAYER in München; Dr. J. FITTBOGEN in Dahme; Dr. G. HAVENSTEIN in Bonn; Prof. Dr. R. HEINRICH in Rostock; Prof. Dr. E. HEIDEN in Pommritz; Prof. Dr. E. W. HILGARD in Berkeley (Californien U. S.); Prof. Dr. F. von HÖHNEL in Wien; Prof. Dr. S. W. JOHNSON in New-Haven (Connecticut U. S.); Prof. Dr. L. JUST in Karlsruhe; Prof. Dr. J. KÜHN in Halle a./S.; Dr. C. KRAUS in Triesdorf; Dr. C. LANG in München; Prof. Dr. TH. LANGER in Mödling; Dr. J. R. LORENZ von LIBURNAU in Wien; Prof. Dr. A. von LIEBENBERG in Wien; Prof. Dr. A. MAYER in Wageningen (Holland); Dr. J. MÖLLER in Mariabrunn; Prof. Dr. A. MÜLLER in Berlin; Prof. Dr. J. NESSLER in Karlsruhe; Prof. Dr. A. ORTH in Berlin; Dr. R. PEDERSEN in Kopenhagen; Dr. W. RIEGLER in Wien; Prof. Dr. E. von RODICZKY in Ungar.-Altenburg; Dr. W. SCHUMACHER in Bonn; Dr. P. SORAUER in Proskau; Prof. Dr. A. VOGEL in München; Prof. Dr. P. WAGNER in Darmstadt; Prof. Dr. G. WILHELM in Graz.

HERAUSGEGEBEN

VON

Dr. E. WOLLNY,

PROFESSOR IN MÜNCHEN.

VIERTER BAND. FÜNFTES HEFT.

MIT 4 LITHOGR. TAFELN UND 2 HOLZSCHNITTEN.

HEIDELBERG.

CARL WINTER'S UNIVERSITÄTSBUCHHANDLUNG.

1881.